nature
الطبعة العربية
الدوريـــة الشهــريـة العـالميــة للعـــلوم

تَغَيُّـــر وَجْـــه بلـــوتـــو

منظور «نيو هورايزونز» لحوض «سبُوتْنِيك بلانوم» يَكشِف عن تَجَدُّد ذاتي لسطح الجليد النيتروجيني

صفحتا 48 و57.

فضاء

الرحلة الأولى لأقمار صناعية بَالِغَة الصغر

إطلاق مسابير «تشِب سات» CHIPSAT خلال يوليو 2016

صفحة 24

علم المواد

فن خلط المعادن

يسعى علماء المعادن لإنتاج جيل جديد من السبائك بخواص رائعة

صفحة 34

علم الأوبئة

ملاحقة الأوبئة

السيرة الذاتية لماري جينان، رائدة مجال بحوث فيروس «HIV»

صفحة 42

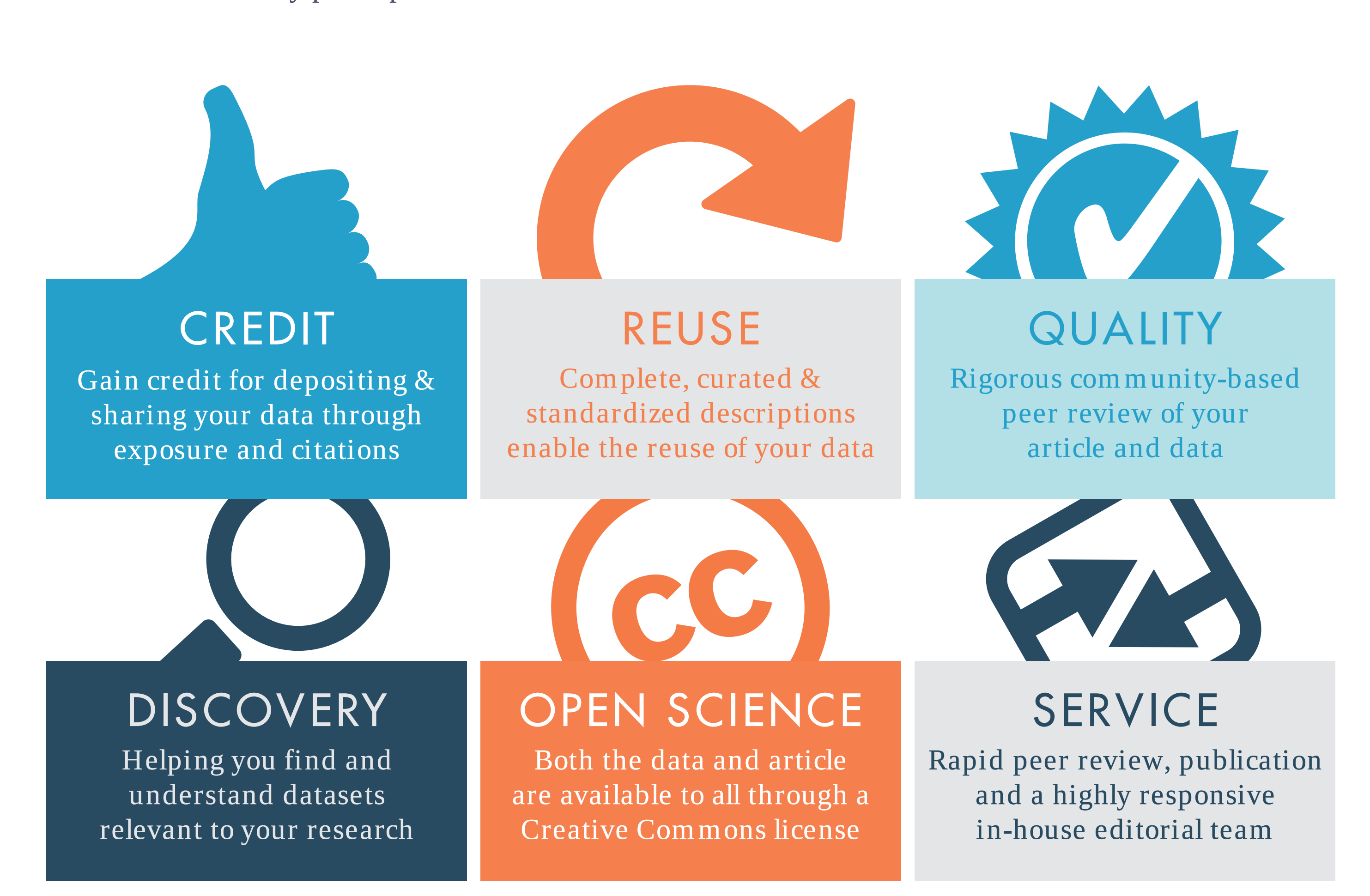
ARABICEDITION.NATURE.COM
يوليو 2016 / السنة الرابعة / العدد 46
ISSN 977-2314-55003

SCIENTIFIC DATA

Helping you get credit for your research data

Scientific Data is an open access, online only publication for descriptions of scientifically valuable datasets. Each published article combines traditional narrative content with curated descriptions of research data. Articles are complementary to traditional research journals and data repositories, and foster data reuse, searching, linking and data mining – helping accelerate scientific discovery.

Scientific Data exists to help you publish, discover, reuse and gain credit for research data and is built around six key principles:



Scientific Data publishes descriptions of data from a broad range of research disciplines, including descriptions of big or small datasets, from major consortiums to single research groups. Hosted on nature.com — the destination for millions of scientists globally every month — articles are disseminated to the widest possible audience through a programme of continuous online publication.

www.nature.com/scientificdata

SPRINGER NATURE

nature

يوليو 2016 / السنــة الرابعة / العـدد 46





التسويق والاشتراكات

التسويق: عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626
تمت الطباعة لدى باكستون برس المحدودة، ديربيشاير، المملكة المتحدة.

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

http://arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

رسالة رئيس التحرير

إطلالة على آفاق العلوم في شهر

في هذا العدد من دورية "*Nature* الطبعة العربية" تجدون مختارات من منشورات دورية *Nature* الدولية في أربعة أعداد أسبوعية، من الخميس الموافق 12 مايو إلى الخميس الموافق 2 يونيو 2016. ويضم العدد بين جنباته إضاءات على آفاق تَقَدُّم العلوم، نعرض منها ما يلي:

في قسم "أخبار في دائرة الضوء"، وتحت عنوان "بعوض مصاب، قد يتمكن من محاربة زيكا"، نلحظ أنّ الولاياتُ المتحدة ستصبح ـ عن قريب ـ الدولة الأولى التي تسمح بالاستخدام التجاري لنوع شائع من البكتيريا؛ لمكافحةِ انتشار البعوض القادر على نقل العدوى الفيروسية. وتقوم وكالة حماية البيئة الأمريكية "EPA" حاليًّا بمراجعة طلب مقدَّم من شركة "موسكيتو ميت" MosquitoMate، لاستخدام بكتيريا *Wolbachia pipientis* كوسيلة لمكافحة بعوضة النمر الآسيوي. وفي القسم نفسه أيضًا موضوع بعنوان "الرحلة الأولى لأقمار صناعية بالغة الصغر"، حيث "حسب الخطة الموضوعة، من المقرر أن يتم إرسال مجموعة من حوالي 100 قمر من أقمار "تشِب سات" - التي تشبه في حجمها وريقات دفتر صغير - في السادس من شهر يوليو الحالي إلى المحطة الفضائية الدولية؛ من أجل استكشاف معالم في الفضاء. وخلال الأيام القليلة التي تُجرى فيها الاختبارات، ستنقل هذه الأقمار الصناعية بالغة الصغر بيانات حول ما تحمله من طاقة، وحول توجُّهها، قبل أن تنحرف عن المدار؛ وتحترق في غلاف الأرض الجوي".

وفي قسم "التحقيقات"، وتحت عنوان "هل هناك أزمة في قابلية تكرار نتائج التجارب العلمية؟"، نعرض "بعض الأرقام التي أسفر عنها استطلاع لدورية *Nature*، شارك فيه 1,576 باحثًا أجابوا عن استبيان قصير على الإنترنت حول قابلية تكرار نتائج التجارب العلمية. وكشفت البياناتُ المواقفَ المتناقضة في بعض الأحيان تجاه تكرار نتائج التجارب العلمية، فعلى الرغم من أن 52% ممن شاركوا في الاستطلاع يتفقون على أن هناك "أزمة" فادحة في تكرار نتائج التجارب العلمية، إلا أنّ أقل من 31% منهم يرون أن الفشل في تكرار النتائج المنشورة يشير إلى خطأ في النتائج على الأرجح، ومعظمهم يقولون إنهم ما زالوا يثقون في الدراسات والأبحاث المنشورة". وفي قسم "التحقيقات" أيضًا، نجد تحقيقًا بعنوان "فن خلط المعادن"، نتناول من خلاله آخِر ما توصَّل إليه علماء المعادن، لإنتاج جيل جديد من السبائك بخواص رائعة، تتمتع بقوة وصلابة بشكل أكبر، مقارنةً بالسبائك التقليدية.

وفي قسم "أنباء وآراء"، سنجد موضوع الغلاف، حيث يناقش أندرو دومبارد، وشون أوهارا ـ تحت عنوان "تفسير مضلَّعات بلوتو" ـ دراستين تشيران إلى أن تيارات الحِمْل الحراري تتسبب في تكوين تلك المضلعات غير المنتظمة في حوض "سبُوتْنِك بلانوم" فوق سطح كوكب بلوتو. ويمكنك الاطلاع على ملخص الدراستين في قسم "ملخصات الأبحاث".

أما "صندوق الأدوات" في هذا العدد، فيتناول كيفية استفادة أمناء المحفوظات من التقنيات المستخدَمة في التحريات الجنائية؛ للوصول إلى بيانات وملفات أُنشئت في أنظمة عفا عليها الزمن. يقول كريستوفر لي، الباحث في كلية المعلومات وعلوم المكتبات بجامعة نورث كارولينا: "يمكن الوصول إلى العديد من الملفات، ولكن ـ للأسف ـ عن طريق أجهزة عفا عليها الزمن، وتدهورت حالتها؛ مما سيؤدي في النهاية إلى استحالة قراءتها بأي وسيلة كانت. وفي الوقت الحالي، تَجَمَّع لدى العديد من المكتبات ودور المحفوظات ملء أرفف كاملة من تلك المواد، مخبأةً بعيدًا، على أمل أنه إذا ما دعت الحاجة إلى ذلك يومًا ما؛ فسيكون بوسع شخص ما، في مكان ما، معرفة كيفية الوصول إليها".

وفي قسم "مهن علمية"، وتحت عنوان " شهادات النجاح"، يتناول كريس وولستون أهمية شهادة ماجستير إدارة الأعمال "MBA" للعلماء، إذا أرادوا الترقي لمناصب خارج حدود المختبَر، حيث يَستعرِض وولستون عدة تجارب لعلماء، معظمهم يعملون في مجال التقنية الحيوية وتطوير العقاقير، وكيف استفادوا من حصولهم على ماجستير إدارة الأعمال في مشوارهم المهني. ويقدِّم وولستون مجموعة من النصائح المهمة حول طرق التمويل، والتوقيت المناسب للحصول على ماجستير إدارة الأعمال.

نائب رئيس التحرير
كريم الدجوي

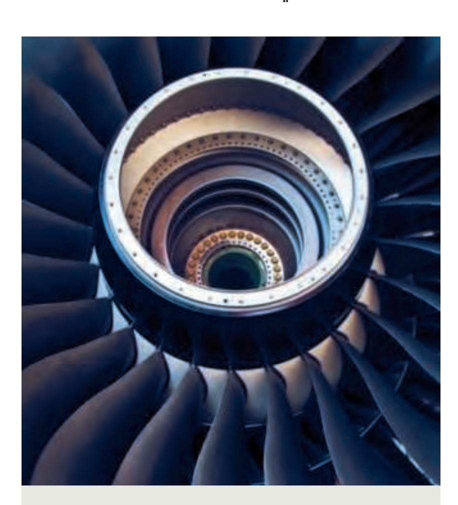
المحتويات

يوليو 2016 / السنة الرابعة / العدد 46

هــذا الـشــهـــر

لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: arabicedition.nature.com/jobs

أخبـــار فى دائرة الضـوء



تعليقات







تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

يوليو 2016 / السنة الرابعة / العدد 46

أبحــاث

على الغلاف

مُضَلَّعات بلوتو

ينقسم سطح «سُبُوتْنِك بلانوم» ـ الذي يتكون غالبًا من الجليد النيتروجيني ـ إلى مُضَلَّعات غير منتظمة. وتحلِّل ورقتان بحثيّتان في هذا الإصدار من *Nature* صور «نيو هورايزونز» لتلك التضاريس المُضَلَّعة، وتستنتجان أن تلك التضاريس تستمر في إعادة التجدد السطحي بواسطة الحمْل الحراري، ولكنهما تصلان إلى تلك الاستنتاجات من خلال نماذج متباينة.
صفحتا 48 و57

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هـــذا الشـــهـــر

افتتاحيات

رؤية كونية يرى جريجوري راديك أن تراث مندل العلمي يمثل حجر عثرة في طريق تدريس العلوم **ص. 10**

علم الكواكب يُعتقد أنّ الكوكب الافتراضي التاسع سيكون كوكبًا ثلجيًّا **ص. 13**



علم الروبوت يستطيع روبوت التحكم في قوة الالتصاق الكهروستاتيكي **ص. 14**

يجب أن يبقى فيروس «زيكا» على رأس الأولويات

رغم توافر الأدلة على أنه ليس هناك خطر من إقامة الألعاب الأوليمبية، يجب على مجتمع الصحة العالمي ألا يسمح بأن يخفت الاهتمام بفيروس "زيكا" في برامج البحث العلمي، إلى أن تتم إزالة الخطر بشكل تام.

هل يهدِّد فيروس "زيكا" دورةَ الألعاب الأوليمبية، المزمع إقامتها خلال هذا الصيف؟ أو ربما يكون الأهم أن نسأل: هل يقع المتنافسون في هذه الألعاب والمتفرجون تحت خطر الفيروس؟ فقد صرَّح الرياضيون، مثل حارسة مرمى فريق كرة القدم النسائية الأمريكي، هوب سولو، بأنهم سوف يشاركون في دورة الألعاب على مضض، وأنهم لن يغادروا غُرَفَهم بالفندق إلا للضرورة القصوى، بينما طالَب آخرون بإلغاء المسابقة.

يبالغ هذا الرأي في تقدير خطر فيروس "زيكا" على الزائرين.. فبرغم أن هيئات الصحة العامة نصحت النساء الحوامل بتجنب السفر إلى الدول التي ينشط فيها انتقال الفيروس، لِمَا يحمله ذلك من خطر تشوُّه المواليد، إلا أن هناك أخطارًا أكبر تواجه الزائر العادي إلى البرازيل، منها فيروس حُمَّى الضنك، وانتشار العنف العشوائي الموجود في الشارع. وبرغم أنه لا يزال هناك الكثير مما لا يُعرف عن فيروس "زيكا"، إلا أن هناك أيضًا الكثير الذي نعلمه، والذي يشير إلى أنه لا يوجد سبب كافٍ لإلغاء المسابقة.

وكَوْننا نعرف الكثير في وقت قصير، فهذا يُعَدّ انتصارًا لنا. فقد كان الاستنتاج الذي توصَّلَت إليه المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها "CDC" في الشهر الماضي بأنّ فيروس "زيكا" يسبب عيوبًا خلقية في المواليد، يُعَدّ نتاج أحد أسرع التحقيقات التي تمت في العلوم الأساسية على الإطلاق، المتعلقة بإحدى القضايا المهمة في الصحة العامة. كان بعض الباحثين يتوقع أن يستغرق الأمر عدة سنوات؛ لكنه استغرق ستة أشهر فقط.

اعتمدت "المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها" في إعلانها على عدد متزايد من الدراسات التي تتباين في أساليبها، بما فيها دراسات وبائية وجزيئية، وأخرى متعلقة بعلم الأمراض، وأظهرت وجود صلة بين فيروس "زيكا"، وتشوُّه المواليد. تظل الفكرة وراء إصدار مثل ذلك البيان بهذه السرعة مثيرة للجدل بعض الشيء، لكن الجدير بالملاحظة أن المجتمع العلمي الدولي كان قادرًا على تنظيم نفسه بطريقة سريعة نسبيًّا. وهناك ثلاثة أسباب وراء ذلك، تُعَدّ دروسًا يمكن الاستفادة منها في البحث العلمي في مواجهة الأوبئة المستقبلية، نذكرها فيما يلي:

«يجب ألا تَسُود حالة من الرضا التام عمّا تمّ من إجراءات».

أولًا، تملك البرازيل قَدْرًا كبيرًا من البِنْيَة التحتية البحثية. وبخلاف بعض المناطق التي تنتشر فيها الأوبئة ـ كبعض دول أفريقيا ـ أقامت البرازيل استثمارات ضخمة في البحث العلمي، وفي الصحة العامة. وتُعتبر هي الدولة الوحيدة في أمريكا اللاتينية التي تنفق أكثر من 1% من ناتجها القومي العام على البحث العلمي، كما أنها تتلقَّى دعمًا جيدًا من المعاهد البحثية الأجنبية، مثل معاهد الصحة الوطنية الأمريكية "NIH". فعلى سبيل المثال.. أنفقت الدولة 31.9 مليار دولار أمريكي على البحث العلمي في عام 2013. ويعني ذلك أنه عندما تفشَّى فيروس "زيكا"، كان هناك بالفعل باحثون مدرَّبون تدريبًا عاليًا، وجاهزون لفحص القضية. وقامت مؤسسة "أوزوالدو كروز" Oswaldo Cruz Foundation ـ وهي شبكة من المراكز البحثية المموَّلة فيدراليًّا، والمنتشرة عبر أرجاء البرازيل ـ بقيادة بحوث متعلقة بالجوانب الوبائية والجزيئية للفيروس. كما قام مشروع بحثي مطوَّل ـ تموِّله معاهد الصحة الوطنية الأمريكية، ويستهدف الحالة الصحية في الأحياء الفقيرة في الحضر في شمال غرب البرازيل ـ بالتأقلم سريعًا؛ من أجل تجهيز دراسات جماعية ضخمة؛ للبحث في العلاقة المحتمَلة بين فيروس "زيكا"، وتشوُّه المواليد.

ثانيًا، تحققت تطورات مهمة في مجال علم الأعصاب، فبعض أهم البراهين الدالة على تأثير فيروس "زيكا" على خلايا المخ البشري كان مصدرها دراسات تمَّت على الخلايا الجذعية العصبية البشرية، ودراسة الأنسجة شبه العُضَيَّة (وهي تراكيب شبيهة بالمخ، يمكن استزراعها في مستنبَتات خلوية في المختبر). وكان قد تم تطوير الأنسجة شبه العُضَيَّة الموجودة في المخ منذ سنوات قليلة فقط. وباستخدام تلك الأنسجة شبه العُضَيَّة، والخلايا الجذعية البشرية، وخلايا الأنسجة الجنينية البشرية، تَمَكَّن الباحثون بسرعة من الكشف عن أنّ فيروس "زيكا" يُفَضِّل استهداف وقتل سلائف الخلايا العصبية البشرية في المخ، وهو ما يقدم تفسيرًا منطقيًّا لآلِيَّةٍ يمكن للفيروس من خلالها إحداث عيوب خلقية في المواليد.

ثالثًا، أدركَتْ هيئات الصحة العالمية أن موقفها البطيء تجاه تفشِّي وباء الإيبولا سمح للوباء أن يخرج عن حدود السيطرة. ولذا.. فقد صمَّم مسؤولو الصحة في تعاملهم مع فيروس "زيكا" على التحرك بسرعة أكبر. وأعلنت منظمة الصحة العالمية حالة الطوارئ في شهر فبراير الماضي، كما طلب الرئيس الأمريكي باراك أوباما من الكونجرس الأمريكي في الشهر نفسه مبلغ 1.9 مليار دولار؛ للإنفاق على الأنشطة المتعلقة بالفيروس. ورغم أن الكونجرس لم يصدِّق بعد على المبلغ، فقد صرحت "المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها" ـ في يوم 13 من شهر مايو الماضي ـ أنها قد خصصت 85 مليون دولار، ليتم توزيعها على الولايات الأمريكية؛ لمساعدتها في الاستعداد لمواجهة الفيروس.

وفي النهاية، يجب ألا تسود حالة من الرضا التام عمّا تم من إجراءات.. فالفهم السريع للعلاقة بين الفيروس، وتشوُّه المواليد، ما هو إلا بداية للتحرك الضروري لمحاربته؛ فما زلنا لا نعلم لماذا يُصاب بعض الأطفال فقط بتلك التأثيرات المدمرة دون غيرهم، ولا نعرف الطرق الأنسب للاعتناء بهم. وسوف تظل الأسئلة تتردد هنا وهناك، ولذا.. يجب على المجتمع البحثي والجهات المُمَوِّلة أن تستمر في ملاحقة تلك الأسئلة بسرعة وبقوة، وبأقصى درجة من الإلحاح، حسبما قد يرى منظِّمو دورة الألعاب الأوليمبية. ■

مصـــادر تاريخيـــة ملمـوســة

ينبغي على علماء الوراثة والمؤرخين أن يعملوا معًا على استكشاف الماضي باستخدام الحمض النووي «DNA».

مَنْ أسْقطَ روما؟ بعض التساؤلات تحيِّر المؤرخين، مثلما حَيَّرَتْهم هوية الغزاة الذين حَوَّلوا آخِر بقايا الإمبراطورية العظيمة إلى مجموعة متناحرة من أقاليم العصور الوسطى. هل هم مهاجرون أتوا من نَواحٍ بعيدة في صورة جحافل همجية شائنة؟ أم أنهم مجموعة متنوعة ـ ربما كانوا ميليشيات محلية ـ تحركَتْ كي تشغل فراغ السلطة، الذي خَلَّفَتْه العاصمة المنهارة؟ ومن المحتمَل أن يكون كلا الاحتمالين صحيحًا؟

ليس من المعتاد طرح هذا السؤال على صفحات هذه الدورية؛ فللمؤرخين تَجَمُّعاتهم ودوريّاتهم الخاصة، لكنْ بينما يستمر الباحثون في مناقشة الماضي، يحاول جيلٌ جديد من العلماء الانغماسَ في صناعة الزمن الحاضر. يرغب هؤلاء الباحثون في استخدام تقنيات علم الوراثة الحديث في الإجابة عن الأسئلة التاريخية، وبينما هم يقومون بذلك، فإنهم يتدخلون ـ بصورة قد تبدو مزعجة ـ في عمل زملائهم المتخصصين في عِلْم الإنسانيات. ويَعِد علماء الوراثة هؤلاء بإيجاد إجابات، باستخدام تحليل الحمض النووي DNA؛ لاكتشاف ما حدث "بالفعل" أثناء العصر البرونزي، ومَلاحِم "الفايكينج"، ولاستبدال معلومات صلبة مجردة بذلك التاريخ "المتحيِّز".

لا يدعم جميع المؤرخين هذا التوجُّه الجديد. وتتكرر الشكوى من أن غالبية الدراسات تتبع منهجية "تسلسل الـDNA أولًا، والتأريخ لاحقًا"؛ تلك المنهجية التي يكتشف الباحثون من خلالها ـ على سبيل المثال ـ التحولات في التركيب الوراثي للسكان في منطقة معينة، ثم يضعون فرضيات بشأن الحدث التاريخي، الذي ربما كان مسؤولًا عن التغيُّر السكاني.

«إذا فشل المؤرخون في تضمين علم الوراثة في أبحاثهم؛ فسيضعهم ذلك في مؤخرة الرَّكْب».

شعر بعض المؤرخين واللغويين بعدم الارتياح إزاء أبحاث نُشرت في دورية *Nature* خلال العام الماضي، وَجَدَتْ تشابهًا بين الجينوم الخاص بالسكان الذين عاشوا في السهوب الروسية منذ 5,000 عام، وسكان أوروبا الغربية منذ 4,500 عام. وافترضت الدراسة أن هذا الارتباط ناتج عن الهجرة الجماعية لسكان السهوب إلى أوروبا، أولئك الذين أَدْخَلوا إليها اللغات الهندو أوروبية، وهي مجموعة من اللغات تتضمن كل اللهجات المنطوقة تقريبًا على مستوى القارة (انظر: *Nature* **522**, 140–141; 2015).

من هنا، يمكن تَوَقُّع عَدَاء المؤرخين تجاه الجهود الأخيرة لقراءة تسلسل الحمض النووي. وتهدف تلك الجهود إلى تحليل الحمض النووي "DNA" الخاص بـ 1,100 مجموعة من الرفات القديمة الموزَّعة في أنحاء إيطاليا، والنمسا، والمجر، وجمهورية التشيك؛ وذلك من أجل الكشف عن هوية مَنْ ملأوا الفراغ الذي خَلَّفَه سقوط الإمبراطوية الرومانية، أو ـ على الأقل ـ معرفة كيف تحوَّلَتْ الإمبراطوية إلى مملكة اللومبارد، التي حَكَمَتْ أجزاءً من إيطاليا بين القرنين السادس والثامن الميلاديَّين.

ومع ذلك.. نجد بين قادة المشروع الأساسيين مؤرخًا متخصصًا في تاريخ العصور الوسطى، تَوَلَّى صياغة أسئلة المشروع وطرحها، هو باتريك جيري، من "معهد الدراسات المتقدمة" في برينستون بولاية نيوجيرسي. ويَعتقِد جيري أنّ على زملائه أنْ يكافحوا للحفاظ على عملهم، وألا يتركوه ليقضي على نفسه بنفسه. يقول جيري: "إنْ لم ينخرط المؤرخون بجدِّية في هذه التقنية؛ سنرى المزيد والمزيد من الدراسات التي يجريها علماء الوراثة بإسهامات ضئيلة جدًّا من المؤرخين، أو تتم ـ بصراحة ـ بمشاركة مؤرخين دون المستوى".

ترأَّس جيري في مايو الماضي ورشة عمل، جمعت حوالي 20 من المؤرخين وعلماء الآثار الذين ما زالوا في مستهل مشوارهم المهني، وذلك في "معهد ماكس بلانك لعلم التاريخ الإنساني" في ينا بألمانيا. وهدفت الورشة إلى معرفة المزيد عن الحمض النووي القديم، وغيره من أدوات القياس الكَمِّيَّة الأخرى، التي غيَّرت طريقة قراءة العلماء للماضي.

يؤرق المؤرخين كذلك قلقهم من إمكانية استخدام التركيب الوراثي للفرد، كبديل عن الهوية العرقية، إذ يفضِّل المؤرخون رؤية الجماعات العرقية ـ مثل الأنجلوساكسون، والفرنسيس ـ كمجموعات مرنة، يسهل تحديد انتماء الفرد إلى مجموعة منها، دون الأخرى. وبالمثل، فإن جهود قراءة التسلسل الجيني "للومبارد"، لن تستخدم الحمض النووي لتحديد البصمة الوراثية لمؤسسي المملكة فقط، بل من أجل طرح أسئلة دقيقة بشأن الهجرة، والصلة بين السكان السابقين واللاحقين، وما إذا كانت لأسلافهم علاقة بكيفية دَفْنهم، وبالمكان الذي دُفنوا فيه، أم لا.

وثمة جهود أخرى تُجرى من أجل خَلْق لغة تفاهم أفضل بين علماء الوراثة والمؤرخين. فقد فاز مؤخرًا ائتلاف بقيادة هانز شريدر ـ الباحث في مجال الحمض النووي القديم في جامعة كوبنهاجن ـ بمنحة تُقَدَّر بـ1.2 مليون يورو (أي ما يعادل 1.3 مليون دولار أمريكي)؛ لتمويل مشروع بحثي تعاوني، يُسَمَّى "سيتيجن" CITIGEN، يهدف إلى خلق متسع في هذا المجال للمؤرخين والباحثين في العلوم الإنسانية الأخرى. وعلى غرار جيري، يخشى شريدر مِن أنه إذا فشل المؤرخون في تضمين علم الوراثة في أبحاثهم؛ فسيضعهم ذلك في مؤخرة الرَّكْب. ويقول شريدر، الذي يشارك أيضًا في جهود لاستخدام الحمض النووي القديم في دراسة تجارة الرقيق عبر المحيط الأطلنطي: "إنّ القطار ينطلق بسرعة، فإمّا أن تقفز لتلحق به؛ وإلّا سيفوتك".

خاض المؤرخون وعلماء الآثار الشبان تجربتهم الأولى مع علم الوراثة الجزيئية في أواخر مايو الماضي، وسط آمال بأن يخرجوا بأداة جديدة لإجراء أبحاثهم، ولكنْ عليهم أن يكونوا مستعدين، ليس فقط لفَهْم علم الوراثة بما يُمَكِّنهم من قراءة ورقة بحثية فيه، بل وأيضًا لتفنيد الأفكار المستقاة من دراسة الحمض النووي القديم، ولصياغة طريقة لتفسير الماضي باستخدام هذه التقنية. وفي النهاية.. ها هي جحافل الهمجيين على مشارف المدينة. ■

لبــن الأم

الاستخدام الآمِن للأدوية أثناء فترة الرضاعة ليس من الموضوعات التي تسهل دراستها، ورغم ذلك.. يجب أن تتوفر للأمهات والآباء الجدد معلومات عن مخاطر هذه الأدوية وفوائدها.

أدركت جانيت وودكوك ـ الرئيس الحالي لـ"مركز تقييم وأبحاث الدواء"، التابع لإدارة الغذاء والدواء الأمريكية "FDA" ـ من الوهلة الأولى لممارستها مهنة الطب، منذ ما يقرب من 40 عامًا، أن التدريبات التي تلقَّتها لم تكن كافية لإعدادها لمواجهة واحدة من أهم المشكلات الصحية وأكثرها شيوعًا. تتمثل هذه المشكلة في الإجابة عن السؤال التالي: "هل تُعَدّ الرضاعة الطبيعية ممارسة آمِنة للأمهات اللاتي يتلقين علاجًا دوائيًّا؟" في هذا السياق، تقول وودكوك إنه رغم حملات التشجيع المكثفة لحث الأمهات على الرضاعة الطبيعية، "لم أحصل على معلومة واحدة تتعلق بهذا الأمر".

وتضيف وودكوك قائلة إنّ مريضاتها كن "متحمسات لأقصى درجة" لتقديم الأفضل لأطفالهن، ولكن في ظل غياب المعلومات الخاصة بالتأثيرات الدوائية على الأطفال الرضع، وجدت الأمهات أنفسهن في وضع اختيار بين صحتهن من جانب، وصحة أطفالهن من جانب آخر. وكانت النصيحة الطبية السائدة دائمًا هي التوقف عن الرضاعة الطبيعية فورًا؛ درءًا للشكوك.

وفي الورشة التي نظمتها "إدارة الغذاء والدواء الأمريكية" ـ في نهاية إبريل الماضي ـ عن الأدوية والرضاعة الطبيعية، أعلنت وودكوك أن الأمور بدأت تتحسن في الآونة الأخيرة، ولكن ليس بالقدر الكافي؛ حيث يتلقى ما يقرب من 90% من الأمهات المرضعات في الولايات المتحدة أنواعًا مختلفة من الأدوية، ومن بينها الأدوية الشائعة لعلاج ارتفاع الكوليسترول، ومرض السكري، ورغم ذلك.. لا يزال الأطباء عاجزين عن تقديم المشورة الناجعة لهن. وأوضح الباحثون المشاركون في الورشة أن البحوث التي أُجريت في هذا الصدد قليلة للغاية. واستدلوا على ذلك بِقِلّة أعداد الدراسات المتخصصة، التي تسفر عنها نتائج البحث عن المِنَح المقدَّمة من "معاهد الصحة الوطنية الأمريكية" NIH حول هذا الموضوع، في وقت ينصَبّ فيه اهتمام هذه المنح على أدوية فيروس نقص المناعة المكتسبة.

ويأتي التراجع في هذا النوع من الدراسات في الولايات المتحدة في وقت يحظى فيه مجال الصحة العامة بدعم هائل في جميع أنحاء العالم؛ لتشجيع الأمهات على الرضاعة الطبيعية؛ لا سيما في ضوء الربط بين هذا النوع من الرضاعة، وتَراجُع معدلات الإصابة بالأمراض، وانخفاض الوقت الذي تقضيه الأسر في عيادات طب الأطفال، والقلق الأسري، وحجم الإنفاق على أنظمة الرعاية الصحية. وتزداد الحاجة إلى الرضاعة الطبيعية ـ على وجه التحديد ـ في الدول التي تعاني من مشكلات تتعلق بتوفُّر الإمكانات المادية اللازمة لشراء وإعداد حليب الأطفال، إضافة إلى أهمية توفُّر الماء النقي. ورغم انقضاء ما يربو على عقد من القرن الواحد والعشرين، لا يزال هذا المبحث بحاجة إلى مزيد من الاهتمام.

لا شك أن إجراء دراسات إكلينيكية على الأطفال الرضع يواجه الكثير من التحديات، سواء لاعتبارات لوجستية، أم أخلاقية. وتتمثل الأولى في عدم رغبة الأمهات المُنْهَكَات في القيام بزيارات إضافية للعيادات الطبية، أو الإفصاح عن أنواع الأدوية التي يتناولنها أثناء فترة الرضاعة. أما التحديات الأخلاقية، فتتعلق بقضايا

معينة، مثل عدم إمكانية الحصول على موافقات مسبقة لإجراء التجارب الإكلينيكية على الأطفال. وإضافة إلى ذلك.. هناك تحديات اقتصادية أيضًا.

ورغم ما تواجهه هذه المشكلات من تجاهُل عام، إلا أنه من الممكن تجاوُز ذلك. ففي الورشة التي نظمتها "إدارة الغذاء والدواء الأمريكية"، عَرَضَ باحثون عديدون تجاربهم الناجحة، والدروس المستفادة منها، إذ يمكن من خلال بعض الممارسات التي تبدو بسيطة ـ مثل تغيير حفّاضات الأطفال، أو هَدْهَدَتهم أثناء وجودهم في العيادات ـ تشجيع الأمهات على بذل جهد للمشاركة في مثل هذه الدراسات. كما يمكن معالجة الجوانب الأخلاقية عن طريق التخطيط الجيد، والإعداد المحكم للدراسات، والمتابعة الدقيقة لكل حالة، سواء فيما يتعلق بالطفل، أم بالأم. وفي عام 2014، خطَت "إدارة الغذاء والدواء الأمريكية" خطوة نحو تسليط الضوء على هذه القضية، من خلال تطوير المعلومات الخاصة بالدواء، وعرض آثاره المحتملة على صحة الأم ورضيعها بصورة أوضح.

ويقوم حاليًّا بعض الباحثين بجمع البيانات، وإعداد المصادر اللازمة. فعلى سبيل المثال.. دَشَّن باحثون في جامعة كاليفورنيا بسان دييجو مبادرة بحثية رائدة في مجالها ـ حسبما يؤكدون ـ تحمل اسم "لبن الأم.. بنك أبحاث اللبن البشري" Mommy's Milk Human Milk Research Biorepository.

للوهلة الأولى، قد يبدو هذا النوع من الدراسات غير جذاب للعاملين في مجال البحوث الأساسية؛ إذ تقع تفاصيل أيض الدواء في نطاق اهتمام المتخصصين في تطوير صناعة الأدوية. وتتحمل هذه الصناعة ـ بطبيعة الحال ـ مسؤولية تقديم إجابات وافية عن الأسئلة المتعلقة بالأدوية التي تنتجها، لكنْ يظل هناك دور مهم للباحثين الأساسيين؛ إذ تمتد آفاق البحث في هذا المجال لتشمل علم الأحياء التطوري، وعلم وظائف الأعضاء، وبحوث الميكروبيوم، التي يمكنها أن تسهم في توفير مزيد من المعلومات، وربما تحقيق تقدُّم ملموس في أكثر من اتجاه، على طريقة الأبحاث الأساسية. وقد اتخذت جهات تمويلية ـ مثل معاهد الصحة الوطنية الأمريكية ـ خطوات جادة نحو معالجة المشكلات الصحية للمرأة على مستوى البحوث الأساسية، وذلك عن طريق التأكد من إشراك إناث الحيوانات في جميع التجارب البحثية، كلما كان ذلك ممكنًا، وذا صلة. ومن ثم، يصبح لزامًا على مزيد من الباحثين وجهات التمويل المتابَعة بعد هذه الخطوة، عن طريق التركيز على حل مشكلة تأثير الأدوية على الأمهات المرضعات وأطفالهن. ■

التحكم في السُّمِّيَّات

تقوم الولايات المتحدة حاليًّا بإصلاحات تشريعية لقانون المواد الكيميائية، حيث حان وقت التصدي لمشكلة انبعاثات الكربون.

يُعَدّ قانون مكافحة المواد السامة "TSCA" ـ الصادر في عام 1976 في الولايات المتحدة ـ أحد أسوأ التشريعات البيئية الصادرة على الإطلاق.. فبدلًا من مَنْح السلطة لوكالة حماية البيئة "EPA"؛ للتأكد من سلامة المواد الكيميائية الجديدة، اعتبَر هذا القانونُ جميع المواد الكيميائية غير ضارة، ما لم يثبت العكس. لقد صار المشهد عبثيًّا بدرجة كبيرة، لدرجة أن الكونجرس الأمريكي ـ المفكَّك عادةً ـ تمكَّن في أواخر شهر مايو الماضي من توحيد صفوفه؛ لدفع عجلة الإصلاح التشريعي لهذا القانون.

في يوم 24 من شهر مايو الماضي، تم تمرير مشروع إصلاح قانون مكافحة المواد السامة ـ الذي تَقَدَّمَ به الحِزْبَان الجمهوري والديمقراطي ـ في مجلس النواب بنسبة تصويت بلغت 403 أصوات، مقابل 12 صوتًا. ورغم أن السيناتور راند بول ـ السيناتور الجمهوري عن ولاية كنتاكي ـ تَمَكَّن من منع التصويت على هذا القانون في مجلس الشيوخ بصورة مؤقتة، إلا أنه من المتوقع تمريره في الأسابيع القادمة؛ مما سيمهِّد الطريق للتصديق عليه من قِبَل الرئيس باراك أوباما، ومَنْح السلطة أخيرًا لعلماء وكالة حماية البيئة؛ لإنجاز أعمالهم على الفور.

> «يمثِّل تحريك البوصلة التنظيمية في الاتجاه الصحيح تسويةً مقبولة وحكيمة».

وبدلًا من الاكتفاء بمشاهدة نحو 700 مادة كيميائية جديدة تغزو جميع أنحاء السوق الأمريكي كل عام دون التحرك، ستتمكن وكالة حماية البيئة الآن من مطالبة الشركات بتوفير مزيد من البيانات، وإجراء بحوث إضافية؛ لإثبات سلامة المواد الخاصة بهم. وإضافة إلى ذلك.. سيعزِّز هذا التشريع مراجعة المواد الموجودة فعليًّا. تضم قائمة قانون مكافحة المواد السامة حاليًّا حوالي 85 ألف مادة كيميائية، لكنْ لا أحد يعرف عدد المواد التي لا تزال تُستخدم حتى اليوم؛ ولذا.. ستضطلع وكالة حماية البيئة بإنشاء قائمة جديدة، يتم التدقيق فيها؛ للبحث عن المواد التي تحتاج إلى مزيد من البحث والتقصي.

إن أكثر ما يميز هذا التشريع الإصلاحي، بغَضّ النظر عن الوقت الطويل الذي استغرقه، هو قائمة المؤيدين، التي تضم ديمقراطيين وجمهوريين، ومجلسي الكونجرس، والقسم التشريعي، فضلًا عن العديد من أخصائيِّي البيئة وقطاع الصناعات الكيماوية. ويرجع ذلك ـ ببساطة ـ إلى كون الشركات المصنِّعة والمستخدِمة للمواد الكيميائية ـ التي عارضت بشدة مشروع الإصلاح هذا في السابق ـ قد أدركت أن وجود لوائح تنظيمية فيدرالية مجدية وفعالة سيدعم مصالحها الاقتصادية. وقد دفع انعدام الثقة الجماهيرية في سلطة وكالة حماية البيئة ـ بموجب قانون مكافحة المواد السامة ـ مسؤولي البيئة في كل ولاية إلى البدء في إجراء تحرِّياتهم الخاصة، وإنفاذ لوائح تنظيمية خاصة بهم. لذا.. فبِدُون وجود منظومة فيدرالية أقوى، سيواجه مجال الصناعة خليطًا من اللوائح المثيرة للجدل، بالغة التعقيد بشكل متزايد.

ولا شك أن هذه الأخبار ستسرّ الجماهير، الذين يعانون يوميًّا من سماع تقارير إخبارية وحملات بيئية ودراسات علمية، وكأنها دويّ قنابل؛ تقدم لهم تحليلًا مفصلًا لمخاطر المواد الكيمائية التي تدخل في تركيب المنتجات التي يشترونها كل يوم. كما ستصب هذه الأخبار أيضًا في مصلحة البحث العلمي، حيث سيوجهه القانون الجديد نحو المواد الكيميائية المثيرة للقلق، وستجد الشركات عندئذ صعوبة أكبر في الادعاء بأن المعلومات التي تقدِّمها هي سر تجاري، لا يمكن الإفصاح عنه. ومن ثم، سينصَبّ المزيد من البيانات في الدوائر العامة والأكاديمية، وهو أمر جيد في كل الأحوال.

في السياق ذاته، مارَس أخصائيو البيئة ضغوطًا كبيرة؛ لضمان استناد القرارات الجديدة الصادرة عن وكالة حماية البيئة ـ بشأن المخاطر الصحية لهذه المواد ـ إلى البيانات الصحية وحدها، دون النظر إلى الآثار الاقتصادية. فبموجب التشريع الجديد، سيكون بإمكان وكالة حماية البيئة النظرَ في الآثار الاقتصادية في أي تحليل لاحق للجدوى الاقتصادية للأمر، شريطة أن تحقِّق الوكالة تقدُّمًا في ضوء هذه اللوائح. كما مارس قطاع الصناعة أيضًا ضغوطًا لتحديد مواعيد إلزامية؛ لضمان اتخاذ القرارات في الوقت المناسب. وبصفة عامة، فإن تحريك البوصلة التنظيمية في الاتجاه الصحيح يُعَدّ تسوية معقولة.

وإضافة إلى ذلك.. يُعَدّ هذا الإصلاح التشريعي مخطَّطًا موضوعًا لكل ما يجب عمله لكسر الجمود التشريعي الخاص بما قد يكوِّن التحدي البيئي الأكبر على الإطلاق، المتمثل في تأثير غازات الدفيئة على المناخ. فرغم توافر الأدلة الدامغة على ضرورة اتخاذ إجراءات جادة، تعثَّر قطاع صناعة الطاقة وتوقَّف لفترة طويلة؛ وكانت النتيجة الوحيدة الفعلية لذلك هي ترسيخ الشكوك حول اللوائح التنظيمية، لكنْ إذا تمكَّنَتْ المشروعات الكبرى ـ ومنها المشروعات المنتِجة للطاقة، والمستهلِكة لها ـ من الوقوف صفًّا واحدًا، والضغط في سبيل وضع قوانين تنظيمية؛ فسيجد المُشَرِّعون الجمهوريون أنفسهم مضطرين لإخراج رؤوسهم من الرمال، والتفكير بجدية في حلول معقولة تتماشى مع قِيَمِهم السياسية.

وفي هذا الإطار، ستحظى الطاقة منخفضة الكربون ـ مثل الطاقة النووية ـ وتلك التي يتم الحصول عليها من مصادر متجددة بأكبر استفادة، كما سيحظى الغاز الطبيعي بدعم قصير المدى؛ إثر ابتعاد المَرافق أكثر عن الفحم، الذي تنقص معدلاته حاليًّا بالفعل، لكنْ حتى الفحم ستزداد فرصه في البقاء على المدى البعيد؛ إذ إن اللوائح الفيدرالية المتفَق عليها بشكل سليم من شأنها أن تدعم الاقتصاد، وتزيد الاهتمام بالتكنولوجيا، التي يمكن توظيفها لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون، وعَزْله، أو حتى استخدامه. وعلى أقل تقدير.. ففي ظل مجموعة من القواعد التشريعية المناسبة، ستتمكن الشركات من تحقيق تقدُّم، ووَضْع خطط لاستثمارات طويلة المدى.

وبوسع الجميع رؤية وإدراك كيف تسببت النسخة الأصلية من قانون مكافحة المواد السامة في خلق مشكلة كبيرة. فرغم أن إصلاح هذا القانون استغرق عدة عقود، إلا أن إجراءه كان أمرًا حتميًّا. كما أن الحاجة إلى فرض ضوابط قانونية على إنتاج غازات الدفيئة والتحكم فيها صارت واضحة هي الأخرى. وفي واقع الأمر، كان هذا هو السبب الأساسي وراء إصرار مجال صناعة الطاقة على تقويض الأدلة، لكننا في هذه المرة لا نملك رفاهية أنْ نضيع عقودًا أخرى هباءً. ■

ARABICEDITION.NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/nqvdkp



SIMON AND SIMON PHOTOGRAPHY

عَلِّموا الطلابَ مناهج علم الأحياء المواكِبة لزمانهم

يرى **جريجوري راديك** أن تراث مندل العلمي يمثل حجر عثرة في طريق تدريس العلوم، مستدلًّا على ذلك بما تكشف عنه تجربة أُجريت في مجال تدريس علم الوراثة.

يَدرس المؤرخون أسباب ونتائج الأحداث الماضية، ولكنهم أيضًا يضعون سيناريوهات بديلة في الاعتبار. ما الذي كان يمكن أن يحدث، إذا لم تتدخل بريطانيا ـ على سبيل المثال ـ في الحرب في أوروبا عام 1914؟ على غرار ذلك.. يسأل مؤرخو العلوم مثل هذه الأسئلة الجدلية، لكن الإجابات قد تفتح آفاقًا غير متوقَّعة.

ولنضرب مثالًا في علم الوراثة؛ حيث شهد العام الماضي احتفالات مطولة بأعمال جريجور مندل، بمناسبة مرور 150 عامًا على ظهور الورقة البحثية التي سَجَّلَت تجاربه مع البازلاء الهجينة. تُعَدّ تجارب مندل أساسية في مناهج علم الأحياء في مختلف أنحاء العالم، لكن تلك المناهج لا تشير سوى إشارة هامشية إلى الانتقادات التي وَجَّهَها وولتر فرانك رافاييل ويلدون ـ الأستاذ بكلية ليناكر في جامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة ـ لأفكار مندل.

لطالما تسببت آراء ويلدون منذ عام 1902 في إدخاله في صراعات شديدة الحدة مع أتباع مندل، الذين يرون ـ باختصار ـ أن العوامل الموروثة ـ التي سُمِّيَت لاحقًا بالجينات ـ تحدِّد الصفات الملموسة للكائن الحي، بينما كان ويلدون يرى أن السياق - التطوري والبيئي - على القدر نفسه من الأهمية، إذ يؤثِّر على الصفات، ويغيِّرها بطرق عدة، يُغْفِلها أتباع مندل. ساعد موتُ ويلدون المفاجئ في عام 1906 أتباعَ مندل في الفوز عليه، إذ توفي قبل أن يتمكن من نشر أفكاره كاملة؛ ومن ثم، ظل تدريس علم الوراثة يرتكز على الجينات منذ ذلك الحين.

وتكمن المشكلة في أن الرؤية المندلية للوراثة تبدو أكثر فأكثر غير مواكِبة لما توصَّل إليه علم أحياء في القرن الواحد والعشرين. ويقول النقاد إننا لو أردنا أن ندرك إمكانات العصر الجينومي، فعلينا أن نخلق مفاهيم جديدة، ولغة أنسب للواقع البيولوجي المتغير. ويُعَدّ هذا أمرًا مهمًّا في مجال التعليم، حيث يمكن أن يروِّج الاعتمادُ على الأمثلة البسيطة لحتمية قوة الجينات التي عفا عليها الزمن.

والسؤال الذي يفرض نفسه الآن هو: ماذا لو لم تتمكن الرؤية "المندلية" من السيطرة على علم الوراثة من البداية؟ وماذا لو فازت رؤية ويلدون في هذا الصراع التاريخي، وأصبحت نظرية "التفاعل والتأثر" التي كان ينادي بها، وإحساسه الحي بمدى تفاوت السمات الحقيقية للكائنات الحية هما محور علم الوراثة، (وليس فقط لون البازلاء الأصفر أو الأخضر، والشكل المستدير أو المجعد، وأي ثنائية مندلية أخرى)؟. من هنا حاولتُ مع مجموعة من زملائي إجراء تجربة بهذا الخصوص.

قمنا مؤخرًا ـ من خلال مشروع مدته عامان ـ بتدريس منهج معدَّل لطلاب الجامعة؛ يعكس ما كان يمكن أن تبدو عليه كتب علم الوراثة الآن، إذا أخذ هذا العلم مسار ويلدون، بدلًا من مسار مندل في عام 1906 تقريبًا. تَلَقَّى هؤلاء الطلاب علم وراثة مرتبطًا ـ بصورة أساسية ـ بالتطور والبيئة، ولم تُعَرَّف لهم الجينات باعتبارها "المحور الفعلي" للوراثة، الذي يتجاهل كل ما عداه من أدوار داعِمة. فعلى سبيل المثال.. تعلموا أنه على الرغم من قدرة الجينات على التأثير مباشرة على القلب، إلا أن العناصر الأخرى المتأثرة بالجينات ـ مثل ضغط الدم، ومستويات نشاط الجسم، وغيرها ـ تتأثر أيضًا بعوامل غير جينية، مثل التدخين. وسألناهم: أين موقع جين مرض القلب من هذا التشابك؟ في حقيقة الأمر، يهدف هذا المنهج المعدَّل إلى جعل الأجزاء الهامشية في مناهج تدريس علم الوراثة الحالية نقاطًا مركزية، والعكس بالعكس.

كانت مجموعتنا التجريبية مكونة من طلاب جامعيين يدرسون العلوم الإنسانية في سنتهم الثانية، واتخذنا من مجموعة من دارسي الأحياء في السنة الأولى ممن تعلموا المنهج التقليدي مجموعةً مرجعية. واستطعنا بالفعل أن نلمس فرقًا، فهؤلاء الطلاب الذين تعلموا بطريقة ويلدون أصبحوا أقل إيمانًا بالحتمية الجينية، وأكثر استعدادًا ـ في اعتقادي ـ لفَهْم دقائق علم الوراثة الحديث. لقد كان الفرق واضحًا من الناحية الإحصائية، ولكنني أشك في مدى قابليته للتعميم، مع الوضع في الاعتبار أن الأعداد كانت صغيرة، وكانت هناك اختلافات بين المجموعات، كما أنني أدرك أيضًا أن ويلدون هو أول من جذب الانتباه إلى عيوب إحصائيات مندل المُبَالَغ فيها.

> "أشد العلوم جنوحًا إلى **الخيال** وأكثرها دقةً مطبوع بطابع **الظروف التاريخية** التي صنعته".

يمكن للماضي العلمي ـ بمساعدة مثل هذه التجارب، التي تعيد إحياء الأفكار الجليلة، وتُحْضِرها إلى قاعات الدرس ـ أن يفيد المستقبلَ العلمي، بل ويطوِّره أيضًا. وتقدم هذه التجارب رؤى أوسع للتعاون؛ فحتى يتسنى لنا النهوض بالمعرفة العلمية، ينبغي على مؤرخي وفلاسفة العلوم أن يعملوا مع العلماء جنبًا إلى جنب. ولا أقصد من ذلك أن يعملوا معهم في مَعَامِلِهم، ولكن في طابق آخَر من المبنى نفسه؛ ومن ثم، يمكن أن يكون البحث في الظواهر المهمَلة والنقاشات التي أُنهيت قبل أوانها بمثابة ومضة تضيء الطريق للابتكار العلمي.

هذا.. ولكن ماذا عن مندل؟ قد يرى البعض أن مقالي بمثابة هدية سيئة مِنِّي للرجل في الذكرى السنوية لأبحاثه، وكأنني أهدف إلى طرحه من المكانة الشرفية العالية التي يحتلها في مناهج علم الوراثة، ولكن اسمحوا لي أن أقول إنه على الرغم من أن هذا الاتهام واردٌ، إلّا أنه مُضلِّل أيضًا. فإذا أردنا حقًّا أن نكرم مندل؛ فلنحاول أن نفهمه بجدية، من منظور تاريخي، بدون أن نسقط عليه بأثر رجعي المذهب المندلي الذي ظهر بعده. فلتدرسوا مندل، ولكنْ في إطار عصره.

وبالمثل، اسمحوا لطلاب الأحياء أن يواكبوا عصرهم، بإعطائهم مناهج علم وراثة ملائمة للقرن الواحد والعشرين. فإذا قررنا أن ندرِّس لهم نظرية مندل، فلا يجب أن نفعل ذلك بهدف جعلهم يفغرون أفواههم إعجابًا بإنجازاته التأسيسية، ولكن بهدف مساعدتهم على النظر بتقدير إلى حقيقة أن أشد العلوم جنوحًا إلى الخيال وأكثرها دقةً مطبوع بطابع الظروف التاريخية التي صنعته. والعِلْم الذي قدَّمه مندل هو واحد من أكثر العلوم تمتُّعًا بهاتين الصفتين (التخيُّل، والدقة). إنّ استيعابنا لهذا الدرس من علوم الماضي يعني أن نتحلى بالوعي الذاتي، وأن نتأمل ذواتنا في الحاضر بعين ناقدة. ■

جريجوري راديك أستاذ تاريخ وفلسفة العلوم بجامعة ليدز بالمملكة المتحدة، ورئيس الجمعية البريطانية لتاريخ العلوم. ويُعَدّ هذا المقال نسخة محررة من خطابه المنشور في الدورية البريطانية لتاريخ العلوم (BJHS).
البريد الإلكتروني: g.m.radick@leeds.ac.uk

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال: go.nature.com/afzaos

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أضـواء على الأبحـاث

مقتطفات من الأدبيات العلميـة

علم الفيروسات

"زيكا" يتسبب في انكماش "الأمخاخ"

ربما يحفِّز فيروس "زيكا" الاستجابة المناعية التي تدفع خلايا المخ النامية إلى التوقف عن الانقسام وتدمير نفسها. فقد بات واضحًا ـ بشكل كبير ـ وجود علاقة بين الإصابة بعدوى "زيكا"، وميلاد أطفال بأدمغة صغيرة الحجم على نحو غير طبيعي، إلا أن كيفية مهاجمة الفيروس لخلايا المخ التي ما تزال في طور النمو ما زالت غير واضحة.

استزرع الباحث طارق رنا ـ بجامعة كاليفورنيا في سان دييجو وفريقه ـ أشباه أمخاخ ـ وهي أجسام ثلاثية الأبعاد، تحاكي المخ في مرحلة النمو ـ من خلايا جذعية جنينية بشرية، وعرَّضوها بعد ذلك لعدوى "زيكا". وعلى مدار خمسة أيام، نمت أشباه الأمخاخ غير المصابة بنسبة 22.6%، بينما تقلص حجم تلك المصابة بفيروس "زيكا" بنسبة 16%.

ولُوحظ أنّ عدوى "زيكا" تسببت في تنشيط الجين *TLR3* الحساس لمسبِّبات المرض، الذي يُحْدِث التهابًا في المخ، ويصيبه بالضمور. كما لُوحظ أنّ تثبيط البروتين *TLR3* في الأمخاخ المصابة قَلَّل الضرر الناتج عن الفيروس.

***Cell Stem Cell* http://doi.org/bgrx (2016)**

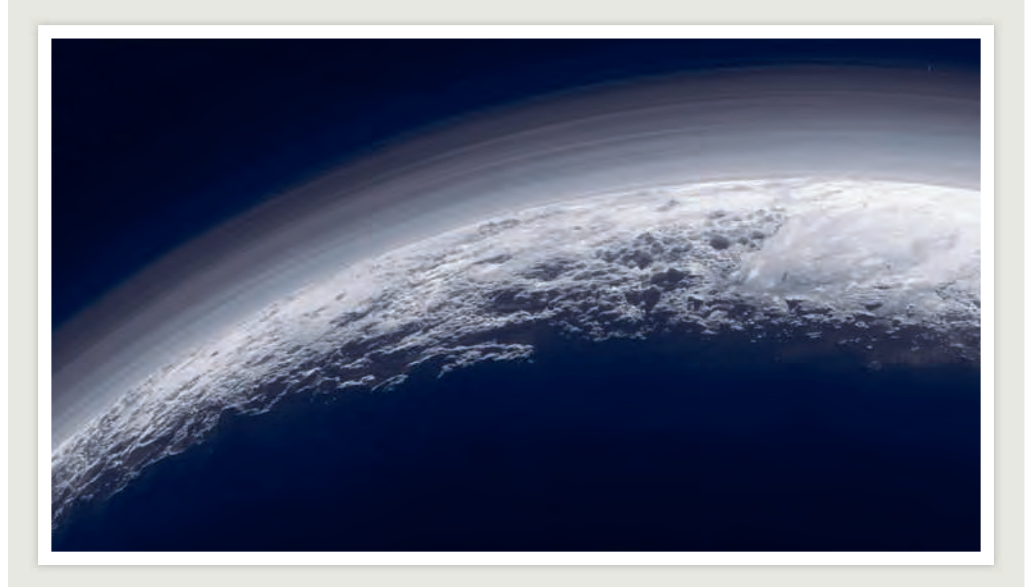
علم الفلك

تحديد وزن ثقب أسود بدقة

أجرى علماء فلك قياسات دقيقة لكتلة ثقب أسود هائل، حيث صوَّب آرون بارث ـ من جامعة كاليفورنيا في إيرفين ـ مرصد أتاكاما الكبير المليّمتري/دون المليّمتري "ألما" ALMA في شيلي نحو ثقب أسود يقع في قلب المجرّة NGC 1332، وهي مجرّة تبعد عن مجرّتنا بقرابة 22 مليون فرسخ فلكي (73 مليون سنة ضوئية). ورصدت صور "ألما" عالية الدقة وجودًا لغاز أول أكسيد الكربون، يدور حول الثقب الأسود، ملاصقًا له. وبقياس سرعة الغاز، وجد الفريق أن كتلة الثقب الأسود تبلغ 664 مليون مرة كتلة الشمس، مع وجود نسبة عدم تيقُّن تبلغ 10% تقريبًا.

وتتفوق هذه التقنية على طرق القياس غير المباشرة.

***Astrophys. J. Lett.* in the press; preprint at http://arxiv.org/abs/1605.01346 (2016)**



NASA/JHUAPL/SWRI

علم الكواكب

الرياح الشمسية تضرب بلوتو بقوة

يشير تشتيت بلوتو للرياح الشمسية إلى أن الكوكب القزم مثله مثل بعض الكواكب الأكبر حجمًا، حيث إنّ له دِرْعًا يحميه من تدفق الجسيمات الحاملة للطاقة الشمسية.

قبل زيارة مركبة "نيو هورايزونز" الفضائية ـ التابعة لوكالة "ناسا" ـ للكوكب القزم (انظر الصورة) في عام 2015، كان معظم العلماء يظنون أن بلوتو يتفاعل مع الرياح الشمسية بالطريقة نفسها التي يتفاعل بها المُذنَّب، حيث تفتقر المُذنَّبات إلى وسائل للحماية من الرياح الشمسية المنتشرة حول المُذنَّب.

وقد أجرى ديفيد ماكوماس ـ من جامعة برينستون في نيو جيرسي ـ وزملاؤه تحليلًا للبيانات المجمَّعة من المركبة الفضائية؛ وتَعَرَّفوا على منطقة تُعرف بـ"فاصل بلوتو" Plutopause، وهي منطقة يحمي فيها الغلاف الجوي الهش لبلوتو الكوكبَ القزم من الرياح الشمسية.

يبدو "فاصل بلوتو" صغيرًا نسبيًّا وواضحًا، ويشبه ـ إلى حد كبير ـ مِصَدّات الرياح الشمسية المحيطة بالمريخ والزهرة. وبالرغم من أن بلوتو كوكب صغير، إلا أنه ما زال يملك قدرًا كافيًا من القوة الجاذبة للإبقاء على غلافه الجوي قريبًا منه بما يكفي لحمايته من الرياح الشمسية.

***J. Geophys. Res. Space Phys.* http://doi.org/bgdv (2016)**

الخلايا الجذعية

مرضى السكري يساعدون أنفسهم

من الممكن إعادة برمجة خلايا من مرضى السكري من النوع الأول، بحيث تنتج الإنسولين استجابةً للجلوكوز، وذلك عند زراعتها في الفئران. يشير هذا إلى أن المرضى يمكن علاجهم يومًا ما باستخدام خلاياهم المُعاد برمجتها.

في عمل سابق، أخذ دوجلاس ميلتون وفريقه ـ بجامعة هارفارد في كمبريدج بولاية ماساتشوستس ـ خلايا من النسيج الضام من متبرعين أصحاء، وأعادوا برمجتها لتصبح خلايا جذعية، استنبتوا منها خلايا "بيتا" المنتِجة للإنسولين في البنكرياس. وقد نجح الفريق في ذلك باستخدام خلايا أنسجة ضامة من مرضى السكري من النوع الأول. وكانت خلايا "بيتا" المستمَدة من هؤلاء المرضى مماثلة لتلك المستمَدة من الأصحاء، حيث منعت مرض السكري في الفئران التي فقدت خلايا "بيتا"، واستجابت للأدوية المضادة للسكري.

***Nature Commun.* 7, 11463 (2016)**

فيزياء حيوية

الميكروبات المتزاحمة تشعر بالضغط

تَضغَط الميكروبات التي تعيش في مساحات ضيقة على بعضها البعض بقوة تكفي لتدمير بيئتها.

فقد صَنَعَ فريق بقيادة أوسكار هالاتستشيك ـ من جامعة كاليفورنيا

في بيركلي ـ غرفة ميكروسكوبية، تستطيع احتواء حوالي مئة خلية من الخميرة المتبرعمة (*Saccharomyces cerevisiae*). ولُوحظ أثناء النمو أن الخلايا لم تتدفق إلى خارج الغرفة عبر قناة خروج ضيقة، ولكنها ـ بدلًا من ذلك ـ تزاحمت؛ وكَوَّنَت ضغطًا ناتجًا عن التلامس، قوته ميجا باسكال واحدة. وكانت هذه القوة كافية لتسبِّب شقوقًا في هلام "الأَجَار" الذي يحتوي على خلايا الخميرة النامية، وكافية أيضًا لتتسبَّب في إبطاء نمو الكائن الحي.

ويقول الباحثون إن التزاحم المدفوع ذاتيًّا قد يساعد الميكروبات على اجتياح المواد اللينة، مما قد يسهم في إنتاج الوقود الحيوي، عبر تراكم المواد الميكروبية غير المرغوب فيها على الأسطح.

***Nature Phys*. http://dx.doi.org/10.1038/nphys3741 (2016)**

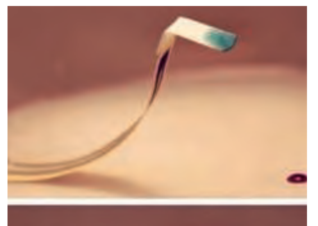
REIDAR HAHN/FERMILAB

مواد

شرائط ورقية تتحرك

تستطيع شرائط من الورق المزوَّد بمادة بوليمرية موصِّلة للكهرباء أن تؤدي مجموعة من الحركات، عن طريق تحفيزها كهربائيًّا.

فقد صَنَع جورج وايتسايدز ـ من جامعة هارفارد في كمبريدج في ماساتشوستس ـ وزملاؤه محركات ورقية تتمدد وتتكمش وفقًا لمحتواها المائي. أضاف أعضاء الفريق مادة بوليمرية موصِّلة للتيار الكهربائي إلى الورقة، بحيث غَلَّفت نسيجها،







M. HAMEDI *ET AL. ADV. FUNCT. MATER.* (2016)

ثم وضعوا شريطًا لاصقًا على أحد جانبي الورقة. ولُوحظ أنه عند تمرير تيار كهربائي عبر الورقة؛ ترتفع درجة حرارتها، ثم تجفّ، وتتكمش. وعندما يُطفأ التيار الكهربائي؛ تمتص الورقةُ الماءَ من الهواء، وتتمدد. كما لُوحظ أنّ الشريط اللاصق لا يتأثر بالحرارة، ولا بالرطوبة، ولذا.. يوجِّه الورقة لِتَنْثَنِي بطرق معينة.

صنع الباحثون محرِّكات مختلفة الأشكال، منها واحد يستطيع أن يلتف على نفسه (**الصورة**)، ويقولون إن هذه التطبيقات يمكن استخدامها في الآلات المجهرية خفيفة الوزن.

***Adv. Funct. Mater*. 26, 2446–2453 (2016)**

علم الوراثة

جينات مرتبطة بِسِمات مختلفة

من الممكن ربط صفات بيولوجية تبدو غير مترابطة ـ مثل خطر الإصابة بمرض الفصام، ومرض التهاب الأمعاء ـ بالمغايرات الجينية نفسها. ويمكن أن تؤثر نسخة واحدة من الجين على سمات متعددة، لكنْ من الصعب تحديد ما إذا كان مغاير جيني معين مرتبطًا بمسارين غير مترابطَين، أم لا. وقد حلل جوزيف بيكريل وفريقه ـ بمركز الجينوم في نيويورك ـ بيانات 43 دراسة ارتباط على مستوى الجينوم (GWAS)، تربط بين مغايرات جينية وسمات معينة، مثل الطول، وحجم الأنف، والاضطرابات العصبية. ووجد الباحثون عدة مجموعات من السمات التي تتقاسم جذورًا وراثية مشتركة، مثل المجموعة المرتبطة بانخفاض مؤشر كتلة الجسم، وزيادة الطول، وانخفاض خطر الإصابة بالصلع الوراثي.

ويقول الباحثون إن أَخْذ بيانات سمات عديدة بعين الاعتبار أمر مهم عند دراسة تأثير مغاير جيني.

***Nature Genet*. http://dx.doi.org/10.1038/ng.3570 (2016)**

علم المناعة

كيف يكافِح جسمٌ مضادٌّ فيروسَ HIV

يستطيع أحد أنواع الأجسام المضادة واسع المدى لفيروس نقص المناعة المكتسبة "HIV" أن يعزِّز مناعة الأشخاص للفيروس، وأن يستهدف الخلايا المصابة مباشرة.

في السابق، أَظْهَر الجسم المضاد 3BNC117 قدرةً على خفض مستويات فيروس نقص المناعة المكتسبة في دم المرضى. ولدراسة تأثير هذا الجسم المضاد على الجهاز المناعي، أعطى ميشيل ناسنزويج ـ من جامعة روكفلر في مدينة نيويورك ـ وزملاؤه جرعة واحدة من الجسم المضاد لمرضى مصابين بالفيروس. ووجد الباحثون أن المرضى الذين يعانون مستويات أعلى من الفيروس في دمائهم أظهروا استجابات أوسع للجسم المضاد خلال ستة أشهر، مقارنةً باستجابات مَن كانوا يعانون من مستويات أقل من الفيروس، وبمَن لم يوجد الفيروس في دمائهم، (إمّا لكونهم غير مصابين، وإمّا لكونهم يتلقون علاجًا قائمًا على مضادات الفيروسات الرجعية). يشير ذلك إلى أن الجسم المضاد يعزِّز قدرة المريض على إنتاج أجسام مضادة أخرى لفيروس نقص المناعة المكتسبة.

وفي دراسة تالية، أثبت فريق بقيادة ناسنزويج، وأروب تشاكرابورتي ـ من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج ـ أن الجسم المضاد نفسه يسرِّع من إزالة "خلايا تي" T cells المصابة بالفيروس من دم الفئران.

***Science* http://doi.org/bgdx; http://doi.org/bgdz (2016)**

اختيـــار المجتمـــع

الأبحاث الأكثر قراءةً على مواقع التواصل الاجتماعي

دعوات على "تويتر" لمَنْح ثور أمريكي صغير اسم "بيسون هيجز"

بينما كان مشجِّعو كرة السلة الأمريكية يهتفون في أنحاء البلاد لفريقي بادجرز، ووايلد كاتس في بطولة NCAA على مستوى الكليات في مارس الماضي، انصبّ اهتمام العلماء ومُحِبِّي الحيوانات على الباندا، والثور الأمريكي، وغيرهما من المقاتلين المُغَطّين بالفرو في مسابقة جنون الثدييات. وضمَّت المنافسة ـ المقامة على "تويتر"، وينظمها أربعة علماء أحياء ـ معارك افتراضية، تقوم على نقاط القوة والضعف الواقعية للمتسابقين. وفي المعركة النهائية، التي جرت يوم 24 مارس الماضي، هَزَم ذئبُ التندرا خنزير الغابات. ومنذ إطلاق هذه البطولة ـ التي تستمر شهرًا ـ في عام 2013، اجتذبت قاعدة حماسية من المشجعين الذين يحاولون التنبؤ بنتائج كل جولة، وتشجيع الحيوانات المفضلة لديهم أثناء مناقشة بيولوجيا الثدييات على الإنترنت. ولخَّصت لورا وينيكي ـ عالمة البيئة في جامعة أريزونا الشمالية في فلاجستاف ـ الدراما على "تويتر"، قائلة: "خلافًا لمسابقة NCAA، يتمتع جنون الثدييات في مارس 2016MMM# بجاذبية للأطفال من سن 3 سنوات، وعلماء الأحياء على حد سواء، فضلًا عن فتنة طاغية، وفضول كلي للمهووسين بهذه الأمور".

NATURE.COM
للاطلاع على المزيد من الأبحاث المُتَداوَلة.. انظر:
go.nature.com/kdrhxj

علم الكواكب

الكوكب التاسع ربما يتوهج من الداخل

إنّ الكوكب الافتراضي التاسع في المجموعة الشمسية قد يلمع ببهاء، حيث يُعتقد أن هذا الكوكب التاسع ـ إذا وُجِد ـ سيكون كوكبًا ثلجيًّا أصغر قليلًا من نبتون، ويدور في مدار بعيد، على أطراف النظام الشمسي.

وقد صمَّم كل من إستر ليندر، وكريستوف مورداسيني من جامعة برن في سويسرا نموذجًا يحاكي تطوُّر الهيكل الداخلي المحتمَل للكوكب. وبناء على تقديرات لكتلة الكوكب وموقعه، استنتج الباحثان أنه ما زال حتى الآن يشعّ ببقايا الحرارة التي تولَّدت عند نشأته. وقد ينتج عن ذلك أنْ يشعّ الكوكب بضوء في النطاقين.. المتوسط، والبعيد للأشعة تحت الحمراء.

يقول الباحثون إن التليسكوبات المستقبلية، مثل "تليسكوب المسح الشامل الكبير" Large Synoptic Survey Telescope، أو المسوح الخاصة بالكواكب، يجب أن تكون قادرة على إثبات وجود الكوكب التاسع، أو عدم وجوده.

***Astron. Astrophys*. 589, A134 (2016)**

المواد

ضوء يعالج عيوبًا في غشاء خلايا شمسية

إنَّ تسليط ضوء ساطع على مادة مستخدَمة في الخلايا الشمسية التجريبية مِن شأنه أن يحسن أداءها.

تبشر أغشية البيروفسكايت بزيادة كفاءة الخلايا الشمسية، لكن العيوب الموجودة في المادة ـ وتُدعى "فِخاخًا" ـ تحدّ من تحقيق المزيد من المكاسب منها. ووجد فريق بحثي بقيادة صموئيل سترانكس ـ من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج ـ أن الضوء الساطع يقلل من كثافة الفِخاخ بمقدار عشرة أضعاف؛ مما يعزز الأداء. وكَشَفَ التصوير الكيميائي أن أيونات اليود هاجرت بعيدًا عن المناطق المضاءة، ويرى الباحثون أن ذلك قد مَحَا الفخاخ بشكل فعال.

يتلاشى التأثير مع مرور الوقت، لكنّ الباحثين يطمحون لابتكار طريقة ذات آثار أطول أمدًا؛ من أجل التطبيقات التجارية.

***Nature Commun*. 7, 11683 (2016)**

PHOTOSHOT/ALAMY

سلوك الحيوان

هدية.. تنقذ ذَكَر العنكبوت مِن أنْ يُلْتَهَم

تَستخدِم ذكور العناكب أساليب مغازلة بتقديم الهدايا؛ لتتجنب أنْ تُلْتَهَم مِن قِبَل الإناث العدوانية. فقبْل التزاوج، يقوم ذكر عناكب *Pisaura mirabilis* (يظهر الذكر في يمين الصورة، والأنثى في اليسار) بِلَفّ إحدى الفرائس في حزمة حريرية، ثم يقدمها "مهرًا" للأنثى. ولمعرفة السبب، قام سورين توفت، وماريا ألبو ـ من جامعة آرهوس في الدنمارك ـ بوضع عناكب ذكور أمام إناث في المختبر؛ فوجدوا أن الذكور التي تحمل الهدايا لا تُلْتَهَم أبدًا قبل التزاوج، بينما الْتَهَمَت 19% من الإناث ذكورَ العناكب التي لا تحمل الهدايا. ولم يؤثِّر مدى جوع الأنثى بصورة كبيرة على معدلات بقاء الذكور.

***Biol. Lett*. 12, 20151082 (2016)**

علم الروبوت

روبوت معلَّق بقوة كهروستاتيكية

يستطيع روبوت طائر خفيف الوزن أن يتشبث بأجسام، ثم ينفك عنها، من خلال التحكم في قوة الالتصاق الكهروستاتيكي.

قام موريتز جراول وروبرت وود ـ من جامعة هارفارد في كمبريدج بولاية ماساتشوستس ـ وزملاؤهما بتصميم جهاز روبوت صغير في حجم حشرة (**في الصورة**)، يتعلق بأي جسم متدلٍّ، كالموجود على الأشجار، أو المباني. تُوجد بقعة على الجزء العلوي من الروبوت، بها أقطاب كهربائية نحاسية؛ وتقوم شحنات متعاكسة على سطح هدف قريب بتحفيز الجهد بين تلك الأقطاب؛ ما يولِّد تجاذبًا كهروستاتيكيًّا. ومع غَلْق التيار الكهربائي؛ يتحرر الروبوت، كما أنه يستطيع التشبث بمجموعة متنوعة من الأسطح، بما في ذلك الزجاج، والخشب، وأوراق الشجر.

يرى الباحثون أن هذه الآليّة يمكن أن تساعد الروبوتات الجوية الصغيرة في الحفاظ على طاقتها؛ والبقاء محلِّقة لفترات أطول.

***Science* 352, 978–982 (2016)**



AAAS

الأيض

عامل نمو يعالج مرض السكري

وُجد بالتجربة أنّ حَقْن أحد البروتينات في أدمغة القوارض يؤدي إلى خمول طويل الأمد لمرض السكري من النوع الثاني. فهناك أنواع معينة من البروتينات، تُسمى عوامل نمو الخلايا الليفية "FGFs"، تتسبب في خفض مستويات الجلوكوز في الدم عندما يتم حقنها في مجرى الدم بأجساد الحيوانات. ولمعرفة ما إذا كانت تستهدف المخ، قام مايكل شوارتز ـ بجامعة واشنطن في سياتل ـ وزملاؤه بحَقْن أدمغة جرذان وفئران مصابة بمرض السكري من النوع الثاني بعُشْر كمية عامل FGF1 المستخدَمة في حُقن مجرى الدم. وجد الباحثون أن مستويات الجلوكوز في الدم انخفضت إلى المستويات الطبيعية بعد 7 أيام من الحقن، وبقيت على هذا النحو لمدة تصل إلى حوالي 4 أشهر. ولم يغيِّر عامل FGF1 من وزن الجسم، ولا أنماط تناول الطعام، أو مستويات الإنسولين في الدم؛ لكن تمت إزالة الجلوكوز من الدورة الدموية، وتم امتصاصه في الكبد والعضلات الهيكلية في الفئران المعالَجة، بسرعة بلغت ضعفي سرعتها في الفئران غير المعالَجة.

ويَعتقِد الباحثون أن حَقْن المخ بعامل FGF1 قد يتصدى لمرض السكري، من خلال تنظيم الدوائر العصبية التي تتحكم في كيفية امتصاص الكبد للجلوكوز بعد الوجبات؛ ما يمهد الطريق نحو اكتشاف أهداف دوائية محتمَلة.

***Nature Med*. http://dx.doi.org/10.1038/nm.4101 (2016)**

سلوك الحيوان

وجود متفرجين يحفِّز الثرثرة بين الفئران

تتواصل الفئران الذكور مع بعضها البعض في وجود متفرجين أكثر مما تفعل وهي منفردة.

تعيش الفئران في مجموعات اجتماعية كبيرة، وتتواصل باستخدام تَرَدُّد موجات فوق صوتية. ولمعرفة كيف تؤثر هذه البيئة الاجتماعية على إصدارها الصوت، قامت روبان إجنور ـ بمركز جينيليا البحثي، التابع لمعهد هوارد هيوز الطبي في أشبورن

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

DETHAN PUNALUR/GETTY

بفرجينيا ـ وزملاؤها بتعريض الفئران الذكور في المختبر لرائحة الإناث، ثم قارنوا الاستجابات الصوتية للحيوانات التي كانت موضوعة وحدها بتلك التي كانت موضوعة في وجود ذكر آخر؛ فوجدوا أن الذكور أطلقت في حضور الفئران الأخرى أصواتًا أطول وأكثر تعقيدًا من تلك التي أطلقتها الذكور التي كانت منفردة.

يرى الباحثون أن الفئران الذكور تتواصل مع بعضها البعض؛ للتنافس على الرفيقات.

J. Exp. Biol. 219, **1437–1448 (2016)**

الفيزياء

تَزَامُن ساعات دقيقة بواسطة شعاع ليزر

قام باحثون بعمل توافُق زمني لساعتين ضوئيتين، بمستوى قياسي من الدقة، حيث صَنَّع جين دانييل ديشين وزملاؤه بالمعهد الوطني الأمريكي للمعايير والتكنولوجيا في بولدر بكولورادو ساعات ضوئية تحافظ على دقة قياس الوقت باستخدام نبضات ضوئية.

استخدم الباحثون أشعة ليزر؛ لعمل توافُق زمني لاثنتين من تلك الساعات، وُضِعَتا على سقف في الهواء الطلق. كما استخدموا مرايا؛ لتهيئة مسار للضوء، طوله 4 كيلومترات. وعلى الرغم من الاضطرابات الجوية والثلج الخفيف أيضًا، لم تنحرف الساعتان أبدًا عن بعضهما البعض بأكثر من 40 فيمتوثانية على مدى 50 ساعة، وظل الفارق بينهما ـ في المتوسط ـ في حدود الفيمتوثانية الواحدة لأكثر من 108 دقائق.

يقول الباحثون إن هذا النظام قد يتيح استخدام الساعات الضوئية في تجارب الجاذبية والنسبية؛ لقياس النظم الكمية، وفي شبكات تحديد المواقع العالمية فائقة الدقة.

Phys. Rev. X 6, **021016 (2016)**

علم الفلك

مجرَّة من العصور الكونية المظلمة

وَجَدَ فلكيون أكثر مِثال خُفُوتًا ـ حتى الآن ـ لمجرَّة تعود إلى بدايات الكون. فقد رصد كوانج هان هوانج ـ بجامعة كاليفورنيا في ديفيس ـ وزملاؤه مجرَّة، يبلغ عمرها 13 مليار سنة، وذلك باستخدام مرصد "كيك" في هاواي وتليسكوب هابل الفضائي. ولتصبح المجرَّة مرئية، تسببت مجموعة من المجرّات بين المرصد والتليسكوب في انحناء الضوء القادم منها بفعل الجاذبية؛ وكأنها عدسة.

تنتمي المجرَّة المكتشَفة إلى نهاية "العصور الكونية المظلمة"، عندما قامت الأشعة فوق البنفسجية القادمة من النجوم الأولى بتأيين الهيدروجين في الكون؛ لتوليد المستويات الموجودة اليوم. ويقول الباحثون إن دراسة المزيد من المجرّات المماثلة قد تكشف عمّا إذا كانت النجوم قد قامت بهذا الدور بمفردها، أم حظيت بمساعدة من مصادر أخرى، كالثقوب السوداء مثلًا.

Astrophys. J. Lett. 823, **L14 (2016)**

علم الكواكب

نهاية عصر جليدي مرِّيخي

تُظْهِر طبقات مجمَّدة في القطب الشمالي من المريخ أن الكوكب منبعِث من عصر جليدي.

يواجه كوكب المريخ تحوُّلات مناخية كبيرة، بسبب طريقة مَيْله حول محوره، ودورانه حول الشمس. وقد قام إسحاق سميث ـ بمعهد أبحاث الجنوب الغربي في بولدر بكولورادو ـ وزملاؤه باستخدام جهاز رادار على متن مركبة الفضاء المدارية لاستكشاف المريخ؛ للبحث عن علامات لهذه التغيرات في القطب الشمالي. وقد أتاح الشكل الهندسي لطبقات الجليد ـ المسطحة أحيانًا، والمتقاطعة في أحيان أخرى ـ للعلماء استنباط تاريخ الثلج؛ فقد تراكم حوالي 87 ألف كيلومتر مكعب منه منذ نهاية العصر الجليدي الأخير، أي منذ حوالي 370 ألف سنة.

خلص الباحثون إلى أن العصر الجليدي يقترب من نهايته، بسبب أن معظم هذا الجليد قد تراكم في القطب الشمالي، الذي يكون ـ على عكس الكرة الأرضية ـ أكثر دفئًا من باقي الكوكب في أثناء العصر الجليدي.

Science 352, **1075–1078 (2016)**

علم الأحياء الخلوي

كيف تقتل البريونات خلايا المخ

تقوم بروتينات ضمور المخ ـ التي تُدعَى "البريونات" ـ بقتل الخلايا العصبية، عن طريق تقصير الأشواك التغصُّنية التي تستخدمها الخلايا لنقل الإشارات بين بعضها البعض.

إن البريونات مُعْدِية، وتسبِّب أمراضًا تنكُّسية عصبية، مثل مرض "سكرابي" scrapie في الحيوانات، ومرض "كروتزفيلد جاكوب" Creutzfeldt–Jakob في البشر. ولمعرفة كيف تقتل البريونات خلايا المخ، قام ديفيد هاريس ـ بجامعة بوسطن في ولاية ماساتشوستس ـ وزملاؤه بتعريض خلايا عصبية فأريّة مستزرَعة إلى بريونات تسبِّب مرض "سكرابي" في الفئران؛ فوجدوا أن الأشواك التغصُّنية الخاصة بالخلايا العصبية تقلَّصت خلال 24 ساعة، قبل موت الخلايا نفسها. وقد حدث ذلك فقط في الخلايا العصبية التي تنتج الشكل الطبيعي غير المُعْدِي من بروتين البريون، مما يشير إلى أن البريون المتصل بالمرض يمكن أن يتقيَّد بالبريون الطبيعي؛ ليحفِّز مسألة فَقْد التغصُّنات.

يقول الباحثون إنه يمكن استخدام هذه الطريقة لاختبار العقاقير المحتمَلة ضد أمراض البريونات.

PLoS Pathog. 12, **e1005623 (2016)**

تغير المناخ

موجة الاحترار ستضرب الأشـدّ فقرًا أوّلًا

مع استمرار احترار المناخ في العقود المقبلة، مِن المتوقع أن يشهد الـ20% الأشدّ فقرًا من سكان العالم درجات حرارة متطرفة بشكل متكرر قبل الـ20% الأغنى على مستوى العالم.

قام لوك هارينجتون ـ من جامعة فيكتوريا في ويلينجتون ـ وزملاؤه باستخدام نماذج مناخية؛ لمحاكاة تأثير ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي على درجات الحرارة المتطرفة اليومية للفترة المتبقية من القرن الحالي. من المتوقع أن تعاني المناطق القريبة من خط الاستواء أولًا ـ حيث يعيش أشد سكان العالم فقرًا ـ من تغيرات المناخ هذه؛ وهو ما يرجع في الأغلب إلى وجود تقلبات طبيعية أقل في درجات الحرارة في تلك المناطق عن المناطق الموجودة عند خطوط العرض الوسطى، التي يسكنها أكثر سكان العالم ثراءً.

لذا.. يقول الباحثون إن الانتقال إلى اقتصاد منخفض الكربون من شأنه أن يساعد المجتمعات الفقيرة أكثر من غيرها.

Environ. Res. Lett. 11, **055007 (2016)**



علم الجينوم

أَدِلَّة وراثية.. لزيادة إنتاج المطاط

كَشَفَ جينوم شجر المطاط عن مجموعة من الجينات التي قد تحفِّز قدرة النبات الفريدة على إنتاج كميات ضخمة من المطاط.

وقد أصدر العلماء ـ في وقت سابق ـ تسلسلًا تمهيديًّا لنبات *Hevea brasiliensis* (**في الصورة**)، إلا أن تشاورونج تانج ـ من الأكاديمية الصينية للعلوم الزراعية الاستوائية في دانزو ـ وزملاءه قاموا مؤخرًا بالكشف عن تسلسل جينومي أكثر اكتمالًا. ومن هذا التسلسل الجينومي يتضح أن هناك أربعة أفراد من عائلة الجين REF/SRPP، يُعتقَد أنهم يشاركون في تخليق المطاط، من بين الجينات الأعلى تعبيرًا في "اللاتكس"، وهو السائل الأبيض الذي يُستخلص منه المطاط الطبيعي. وحدد الباحثون أيضًا أكثر من 500 جين يستجيب للإيثيلين، وهو هرمون نباتي معروف بتحفيز إنتاج المطاط.

يقول الباحثون إن هذه النتائج قد تساعد في توجيه الجهود إلى زراعة نُسَخ معدَّلة بإنتاجية أعلى من هذا النبات ذي الأهمية التجارية.

Nature Plants **http://doi.org/bhwn (2016)**

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك متابعة التحديث الأسبوعي للأبحاث من خلال التسجيل على:
go.nature.com/hntmqc

سياسات

العِلْم للجميع

اتفق وزراء من الدول الثماني والعشرين الأعضاء بالاتحاد الأوروبي على ضرورة تعميم مبدأ الوصول المفتوح إلى المنشورات العلمية في دول الاتحاد بحلول عام 2020. فقد أعلن اجتماع مجلس المنافسة بالاتحاد الأوروبي ـ الذي انعقد في بروكسل في يومي السادس والعشرين والسابع والعشرين من مايو الماضي ـ عن ذلك الهدف عقب إجراء نِقَاش عام حول خطط أشمل لتطوير "العلم المفتوح". والهدف المنشود هو إتاحة الأبحاث والبيانات بحُرِّيَّة أكبر للعلماء والمجتمع. هذا.. ولم تَحسِم نتائج الاجتماع بعض التفاصيل المحددة، مثل كيفية الوصول إلى الهدف، ولكنها وضعت الوصول المفتوح على قائمة أولويات الأجندة السياسية للاتحاد الأوروبي.

قيود على السجائر

ستفرض الولايات المتحدة قيودًا وشيكة على السجائر الإلكترونية، بعدما اتخذت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية موقفها النهائي من هذه المنتجات المثيرة للجدل. ففي الخامس من مايو 2016، أعلنت إدارة الغذاء والدواء ـ التي تنظم حاليًّا تداول السجائر ولفائف التبغ ـ أنها ستوسع من سلطتها؛ لتغطي السجائر الإلكترونية، والنرجيلة، والمنتجات الأخرى المحتوية على النيكوتين، وذلك اعتبارًا من 8 أغسطس 2016. سيتم حظر بيع تلك المنتجات لمن هم دون سن الثامنة عشرة. تختلف آراء الباحثين حول منافع وأضرار السجائر الإلكترونية، إلا أن سيلفيا بورويل ـ وزيرة الصحة والخدمات الإنسانية الأمريكية ـ قالت إن "التوسع الكبير" في استخدام مثل هذه المنتجات خَلَقَ "جيلًا جديدًا من الأمريكيين المعرَّضين لخطر الإدمان".



FLIP NICKLIN/ MINDEN PICTURES/NATIONAL GEOGRAPHIC CREATIVE

خنزير بحر على وشك الانقراض

في 14 مايو الماضي، ذكر تقرير صادر عن اللجنة الدولية لاستعادة الفاكيتا "CIRVA" أن حيوانات الفاكيتا *Phocoena sinus* ـ وهي نوع من خنازير البحر، الموجودة فقط في خليج كاليفورنيا بالمكسيك ـ معرَّضة للانقراض بحلول عام 2022. واستنادًا إلى البيانات الصوتية من أجهزة التسجيل بالغواصات، وإلى مَسْح كامل للنطاق الذي تعيش فيه الفاكيتا، تقدِّر اللجنة الدولية لاستعادة الفاكيتا الأعداد المتبقية منها بأقل من 60 حيوانًا. ويرجع التناقص الشديد ـ الذي بلغت نسبته 92% في أقل من عقدين ـ إلى استخدام الشِّبَاك الخيشومية في الصيد. وقد فرضت المكسيك حظرًا، مدته عامان، على استخدام الشِّبَاك الخيشومية في عام 2015، ولكنْ هناك صيادون استمروا في استخدامها؛ مما تَسَبَّب في نفوق ثلاثة حيوانات من الفاكيتا على الأقل خلال هذا العام. وطالب علماء من اللجنة الدولية لاستعادة الفاكيتا الحكومةَ المكسيكية ـ في اجتماع انعقد في الأسبوع الثاني من مايو في إينسينادا بالمكسيك ـ بحظر دائم لاستخدام الشِّبَاك الخيشومية في الصيد.

منشآت

حماية الشمبانزي

تستعد أضخم منشأة لأبحاث الشمبانزي على مستوى العالم لإحالة حيوانات الشمبانزي بها إلى التقاعد. ففي 3 مايو 2016، أعلن مركز أبحاث نيو أيبيريا "NIRC" في لافاييت بولاية لويزيانا عن اعتزامه البدء في الصيف القادم في نقل كل الرئيسيات بالمركز (وعددها 220) ـ بمعدل 10 منها في كل مرة ـ إلى "مشروع الشمبانزي" Project Chimps، وهو مأوى للشمبانزي في بلو ريدج بولاية جورجيا. وكان مركز أبحاث نيو أيبيريا واحدًا من آخِر المختبَرات في العالَم التي تسمح باستخدام الشمبانزي لإجراء أبحاث طبية حيوية تتطلب تدخلات جراحية، قبل أن تمنع الولايات المتحدة هذه الممارسات جذريًّا في عام 2015، وتعلِن عن أن حيوانات الشمبانزي المأسورة مهدَّدة بالانقراض. وقد أعلن المركز أن خططه لإحالة الشمبانزي إلى التقاعد بدأت منذ عام 2014.

تمويل

أموال لدرء الأوبئة

كشفت مجموعة البنك الدولي عن آليّة مساعدات جديدة للدول النامية التي تواجه طفرات من الأمراض الوبائية. ففي الواحد والعشرين من مايو الماضي، تم تدشين "صندوق التمويل الطارئ لمواجهة الأوبئة" PEF، المتوقَّع تفعيله في وقت لاحق من العام الجاري، حيث سيمدّ الدول الفقيرة بما يصل إلى 500 مليون دولار أمريكي؛ لمواجهة تفشِّي الأوبئة. كان الدافع وراء إنشاء هذا الصندوق، هو الاستجابة المتأخرة لمكافحة تفشِّي الإيبولا في عام 2014، عندما فشلت "منظمة الصحة العالمية" في جمْع المساعدات في الوقت المناسب؛ لمكافحة الوباء في غرب أفريقيا. وسيتم تمويل حزم المساعدات عن طريق بيع سندات، ووضع آليّات للتأمين، وتوفير أموال سائلة.

أبحاث

عوالم جديدة كثيرة

تَمَكَّن تليسكوب "كيبلر" الفضائي ـ التابع لوكالة "ناسا" ـ في خطوة واحدة من مضاعفة قائمة الكواكب التي اكتشفها حول نجوم أخرى، بفضل طريقة جديدة للتحقق من الإشارات الدالة على عوالم محتمَلة. في 10 مايو، أكَّد العلماء وجود 1,284 كوكبًا جديدًا خارج المجموعة الشمسية، من إجمالي 4,302 كوكب، رصده

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كيبلر منذ عام 2009. من بين تلك الكواكب حوالي 100 كوكب في حجم الأرض تقريبًا، وتسعة كواكب تبعد عن نجومها بما يسمح بوجود حياة على سطحها. ويرفع الإعلان الأخير عدد الكواكب المؤكَّد وجودها، والواقعة خارج المجموعة الشمسية، إلى 3,264 كوكبًا. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/mxwalg.

ضرر الهاتف المحمول

تزيد النتائجُ الأولية لدراسة ضخمة أُجرِيَت على الحيوانات حالةَ الغموض المحيطة بالأخطار المحتمَلة لاستخدام الهواتف المحمولة. فقد أفادت نتائج جزئية في ورقة بحثية رُفعت على موقع النشر ما قبل الطباعة bioRxiv ـ في السابع والعشرين من مايو الماضي ـ بأن الباحثين بالمشروع البحثي ـ البالغة تكلفته 25 مليون دولار أمريكي، والمعروف ببرنامج علم السموم الوطني الأمريكي "NTP" ـ توصلوا إلى أنه حتى 3% من الفئران التي تعرضت لمستويات من الإشعاعات تزيد على تلك التي يتعرض لها أغلب مستخدمي الهواتف المحمولة أصيبوا بأورام خبيثة في المخ والقلب (M. Wyde *et al.* Preprint at bioRxiv http://doi.org/bjfm; 2016). يخطط البرنامج إلى إصدار بيانات عن دراسة مماثلة على الفئران في عام 2017. وما زال غير واضح ما إذا كانت النتائج النهائية الصادرة عن الدراستين سيُعْتَدّ بها وتُؤخَذ بعين الاعتبار في البشر، أم لا. ويُذكَر أن دراسات سابقة ـ خضعت لمراجعة الأقران ـ توصَّلت إلى أن استخدام الهواتف المحمولة لا يؤدي إلى إصابة البشر بالسرطان.


INDIAN SPACE RESEARCH ORGANIZATION/EPA

أحداث

مَكُّوك فضاء هندي

أطلقت الهند ـ بنجاح ـ نسخة تجريبية لأول مكوك فضائي قابل لإعادة الاستخدام (**في الصورة**) من سريهاريكوتا جنوبي الهند في الثالث والعشرين من مايو الماضي. فقد صعد ذلك "المكوك التجريبي القابل لإعادة الاستخدام" RLV-TD إلى ارتفاع 65 كيلومترًا، قبل أن يهبط عائدًا إلى الغلاف الجوي بسرعة تبلغ خمسة أضعاف سرعة الصوت، وهبط في النقطة المحدَّدة له فوق خليج البنغال، على بُعْد 450 كيلومترًا من سريهاريكوتا. ويُذكَر أنّ تقنية إعادة الاستخدام تهدف إلى تقليل تكلفة إطلاق المركبات الفضائية، بحيث تصل إلى ألفي دولار أمريكي للكيلوجرام الواحد، وهو ما يقرب من عُشْر التكلفة الحالية.

زلزال أسترالي

ضَرَبَ زلزالٌ ـ بلغت قوته 6.1 درجة ـ المناطق النائية في أستراليا في الواحد والعشرين من مايو الماضي، حيث يُعَدّ من أقوى الزلازل التي ضربت البلاد منذ بدء استخدام تقنيات قياس الزلازل في بدايات القرن العشرين، حيث إنّ ذلك النشاط الزلزالي نادر الحدوث نسبيًّا في شريحة من القشرة الأرضية تتسم بالاستقرار. ويُعَدّ ذلك الزلزال أيضًا أكبر زلزال يحدث في أستراليا حتى الآن، بعد الزلزال الذي ضرب المنطقة الواقعة قبالة الساحل الغربي في عام 1997، وكان بقوة 6.2 درجة. لم يخلِّف الزلزالُ الأخير أيَّ خسائر، حيث إنه ضرب منطقة ذات كثافة سكانية منخفضة في الإقليم الشمالي، على بُعْد 125 كيلومترًا غرب أولورو (المعروفة أيضًا بصخرة آيرز).

أعمال

صفقة دوائية

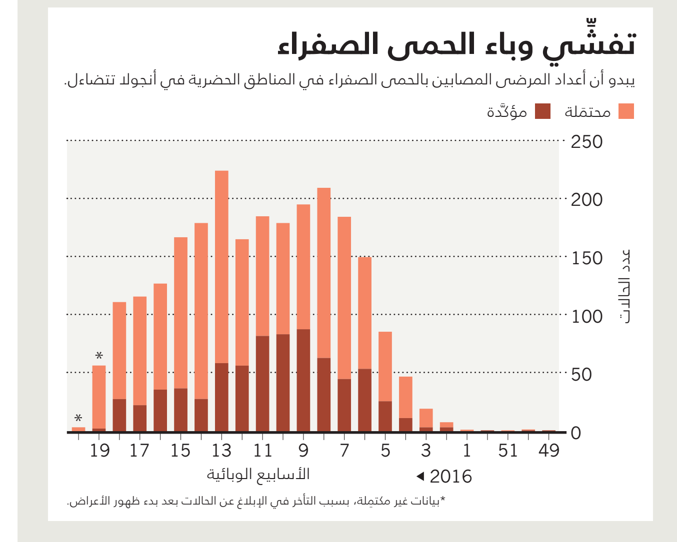
في 16 مايو الماضي، أعلنت شركة "فايزر" Pfizer ـ عملاق المستحضرات الدوائية ـ عن صفقة بقيمة 5.2 مليارات دولار أمريكي؛ لشراء شركة "أناكور" Anacor للمستحضرات الدوائية في بالو ألتو بولاية كاليفورنيا، المتخصصة في العقاقير التي يدخل "البورون" boron في تركيبها. وقالت "فايزر" إن الدواء التجريبي "كريسابورول" crisaborole المخصَّص لعلاج الإكزيما، الذي يخضع حاليًّا للمراجعة؛ تمهيدًا لاعتماده من قِبَل "إدارة الغذاء والدواء الأمريكية"، يُعَدّ أحد الأصول الرئيسة لشركة "أناكور". وفي إبريل الماضي، ألغت "فايزر" خططها لصفقة دمْج بقيمة 160 مليار دولار أمريكي مع شركة "أليرجان" في دبلن، بعد قيام وزارة الخزانة الأمريكية بتضييق الخناق على الشركات التي تنقل مقارّها الرئيسة إلى الخارج، بغرض تفادي الضرائب المفروضة عليها.

شراء شبكة أبحاث

اشترت شركة "إلسيفير" Elsevier ـ عملاق النشر الأكاديمي ـ الشبكة الاجتماعية للأبحاث العلمية "SSRN"، التي تُعَدّ واحدة من أشهر مستودعات مسودات الأبحاث في مرحلة ما قبل النشر، في مجالات الاقتصاد والقانون والعلوم الاجتماعية، وذلك في صفقة لم يتم الكشف عن قيمتها. وبعد عملية الشراء التي أُعلن عنها في 17 مايو، قال الرئيس التنفيذي للشبكة جريج جوردون إن الشبكة ستستمر في تقديم الخدمة المجانية لرفع الأبحاث وتنزيلها عبر الإنترنت. وجدير بالذكر أن "سوشيال ساينس إلكترونيك بابليشينج" Social Science Electronic Publishing ـ وهي شركة خاصة في روشستر في نيويورك ـ أسست الشبكة الاجتماعية للأبحاث العلمية في عام 1994. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/5jnxqv

مراقبة الاتجاهات

أعلنت "منظمة الصحة العالمية" ـ في التاسع عشر من مايو الماضي ـ أن وباء الحمى الصفراء، المتفشي في أفريقيا، يمثل تهديدًا حقيقيًّا للصحة العامة، لكنه لم يسبب بعد حالة طوارئ صحية عامة مثيرة للقلق الدولي. فقد ظهر الوباء في ديسمبر الماضي في لواندا بأنجولا، إلا أن التأخر في اكتشافه مَكَّنَه من الانتشار. وبحلول التاسع عشر من مايو الماضي، أبلغت أنجولا عن الاشتباه في 2,420 حالة (تم تأكيد 736 حالة منها معمليًّا)، كما أبلغت عن 298 حالة وفاة. ونقل المسافرون الفيروس إلى جمهورية الكونغو الديمقراطية، والصين، وكينيا.



SOURCE: WHO

شخصيات

جائزة التقنية الأولى

حصدت فرانسيس أرنولد ـ مهندسة الكيمياء الحيوية بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في باسادينا ـ في الرابع والعشرين من مايو الماضي "جائزة الألفية للتكنولوجيا" عن أعمالها في أبحاث التطور المُوَجَّه؛ لتكون بذلك أول امرأة تفوز بالجائزة، التي تبلغ مليون يورو (1.1 مليون دولار أمريكي)، التي تمنحها أكاديمية فنلندا للتكنولوجيا كل عامين. ابتكرت أرنولد تقنيةً لإحداث طفرات عشوائية في الحمض النووي DNA؛ لإنتاج بروتينات جديدة، يمكن اختبارها واستخدامها في مجالات مختلفة، بدءًا من المستحضرات الدوائية، وانتهاء بالطاقة المتجددة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أخبـــار في دائرة الضـوء



MICHAEL BOWLES/REX/SHUTTERSTOCK

تبلغ تكلفة جهاز الواقع الافتراضي «أوكولوس ريفت» Oculus Rift حوالي 600 دولار أمريكي.

تقنية

أجهزة عرض منخفضة التكلفة تزيد من رونق مختبرات مجال الواقع الافتراضي

ظهور مجموعة من أجهزة سهلة الاستخدام، يجعل من تكنولوجيا الواقع الافتراضي أداة بحثية جذابة.

ديفيديه كاستيلفيكي

استطاعت أجهزة العرض التي خَفَّضت من تكاليف تقنيات الواقع الافتراضي، وأحدثت تحولًا في أدائها، أن تؤثر على العلماء ومحبي ألعاب الفيديو؛ إذ يقول الباحثون الذين يقومون بتجربة أجهزة العرض، التي يتم ارتداؤها على الرأس، أنها قد توجد لها استخدامات واسعة النطاق كأداة بحثية.

منذ الثمانينات، شهد مجال الواقع الافتراضي «VR»، ـ الذي يتيح لمستخدميه تجربة عالَم ثلاثي الأبعاد من إنتاج الحاسوب ـ موجات نشاط متكررة، لكن هذه المرة قد تكون مختلفة، كما يقول ميل سلاتر، عالِم الحاسوب بجامعة برشلونة في إسبانيا، الذي عمل في هذا المجال لمدة عقدين من الزمن. بفضل تقنيات طُوِّرت في الأصل من أجل الهواتف الذكية وتصميمات جرافيكس لألعاب الفيديو، أصبح أداء أجهزة الرأس تلك الآن يقترب من أداء الأجهزة الأحدث التي تكلِّف عشرات الآلاف من الدولارات. إنها متطورة ومتاحة بأسعار معقولة، وسهلة الاستخدام أيضًا، لدرجة تسمح لها بأن تشكل عنصرًا رئيسًا في المختبرات البحثية، كما يقول سلاتر؛ لتحلّ محلّ أدوات أخرى لا تتوفر سوى لعدد قليل جدًّا من الباحثين.

يُعَدّ جهاز «أوكولوس ريفت» Oculus Rift مِن الأدوات التي تصدرت وسائل الإعلام المتخصصة في أخبار التكنولوجيا؛ وهو الذي أنتجته شركة «أوكولوس في آر» Oculus VR الناشئة في مينلو بارك بكاليفورنيا، التي تملكها شركة «فيسبوك». تبلغ تكلفة الجهاز 600 دولار أمريكي، لكن تشغيله يتطلب حاسوبًا فائق الأداء، قد يُكَلِّف أكثر من ألف دولار أمريكي إضافية. ومن المتوقع أن يطرح صانعو الهواتف الذكية «HTC»، و«سوني» ـ في وقت لاحق من هذا العام ـ أدوات أخرى بأسعار مماثلة، في حين أن شركتي «جوجل»، و«سامسونج» تقومان بصناعة أجهزة ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أرخص بكثير، من شأنها أن تقوم بتحويل الهاتف الذكي إلى جهاز واقع افتراضي بدائي.

يستطيع أيُّ مختبَر الآن شراء جهاز واقع افتراضي، من دون منحة مخصصة للمعدّات، كما يقول أنتوني ستيد، عالِم حاسب، يرأس مجموعة مختصة بأبحاث البيئات الافتراضية بكلية لندن الجامعية. وقد عكف ستيد، وسلاتر ـ لأكثر من عام ـ على اختبار نماذج مبكرة من أجهزة HTC، وأوكولوس. يقولان إن جودة أدائها مماثلة لجودة الأجهزة الأعلى في المستوى، بل وتحسن. أما الأجهزة الجديدة، فهي خفيفة بما يكفي لارتدائها لفترات طويلة، وهي تستجيب بسرعة لحركة المستخدِم، مما يمنع دوار الحركة، الذي قد يحدث عند استخدام تقنيات الواقع الافتراضي. يقول سلاتر: «قبل عامين، أو ثلاثة، تَكَلَّفَ تجهيز المختبَر الذي استخدمناه في أبحاثنا 100 ألف يورو (أي 114 ألف دولار أمريكي). أما الآن، فيمكننا عمل الشيء نفسه بحوالي 4,000 يورو فقط».

وقد قام سلاتر بإجراء تجارب في هذا المجال بالتعاون مع علماء النفس على مدى سنوات، من ضمنها تجربة تختبر كيفية تغيُّر تحيُّز الأشخاص ذوي البشرة البيضاء بعد تقمُّصهم الافتراضي لشخص له بشرة سمراء.

وفي أوائل شهر مايو الماضي، قام سلاتر ودانييل فريمان، أخصائي علم النفس الطبي بجامعة أكسفورد في المملكة المتحدة، والمتعاونون معهم بنشر دراسة تشير إلى أن الواقع الافتراضي يمكن أن يساعد في علاج الأشخاص الذين يعانون من جنون الارتياب الشديد، والذين غالبًا ما يتجنبون الأماكن المزدحمة؛ لاعتقادهم أن الآخرين يريدون إلحاق الضرر بهم (D. Freeman *et al*. *Br. J. Psychiatr*. http://doi.org/bgrr; 2016). يحاول العلاج التجريبي تعليم هؤلاء خفْض أساليبهم الدفاعية، والثقة بالآخرين، عن طريق زيارة بيئات افتراضية، مثل مصاعد مزدحمة، أو قطارات الأنفاق.

كما قامت دراسات أخرى باستخدام الواقع الافتراضي، في محاولة لعلاج اضطراب ما بعد الصدمة والخوف من المرتفعات أو العناكب. وقد استعانت هذه التجارب بأجهزة مكلفة من أعلى مستوى، إلا أن كثيرين من الباحثين المشاركين يقولون إنهم يخططون الآن للبدء في استخدام الأجهزة التجارية كبديل.

وفضلاً عن رخص ثمنها، تمتاز تلك الأجهزة بسهولة إعدادها. يقول ستيد: «إنّ التجربة مثال حيّ على التفكير خارج الصندوق»، فقد أثبتت الدراسات الأكبر حجمًا أن العلاجات ستكون فعّالة، وعندها سيكون بإمكان المرضى استعارة المعدات واستخدامها في المنزل، كما يرى فريمان.

أما إليزابيث بافالو ـ أخصائية علم الأعصاب بجامعة واشنطن في سياتل ـ فهي تقوم بدراسة كيفية استخدام جهاز أوكولوس ريفت. يقوم فريقها بمتابعة القردة أثناء استكشافها للبيئات التفاعلية التي يتم تمثيلها على شاشة مرئية. ومن شأن الأجهزة المحمولة على الرأس ـ التي تقوم بخلق بيئة ثلاثية الأبعاد ـ أن تنتج لهم تجربة غنية أكثر، وبالتالي طبيعية، كما تقول، إلا أن المنتجات الحالية كبيرة الحجم جدًّا، بحيث يتعذر وضعها على رأس قرد. وتضيف: «نحن نعمل على تعديل جهاز أوكولوس؛ لتحقيق ذلك».

ولا تزال عملية خلق بيئات افتراضية معقدة تتطلب مهارات حاسوبية متخصصة، كما يقول سلاتر، إلا أن التكاليف انخفضت في الوقت الحالي، إذ إن هناك برامج مطورة لمساعدة شركات ألعاب الفيديو متوفرة للاستخدام المجاني، وتستعين مختبرات كثيرة بمصادر خارجية لإنجاز العمل. ويمكن للتقنية الأخرى ذات الصلة ـ تقنية «الواقع المعزز» AR ـ التي تقوم بإضافة الصور إلى مجال رؤية المستخدِم، بدلًا من استبدال المشهد بغيره ـ أن تُستخدم أيضًا في المختبر؛ لمساعدة الباحثين على تصوُّر ومشاركة مجموعات البيانات، كما يقول مارك بيلينجهورست، الذي يدرس التفاعل بين الإنسان والحاسب في جامعة جنوب أستراليا في أدليد.

كانت «نظّارة جوجل» Google Glass ـ تلك المحاولة المبكرة في مجال الواقع المعزّز، التي يتم فيها إسقاط الصور على زاوية زوج من النظّارات ـ قد لاقت فشلًا تجاريًّا؛ غير أن شركة مايكروسوفت على وشك إطلاق جهاز أكثر تطورًا، يعمل بتقنية الواقع المعزّز أيضًا، يُسمى «هولو لينس» HoloLens.

يقول مارك بيلينجهورست: «باستخدام أجهزة تقنية الواقع المعزّز ـ كجهاز HoloLens ـ يمكن للباحثين أن يروا بسهولة مجموعة بيانات افتراضية معقدة موضوعة على طاولة حقيقية أمامهم، كما يمكنهم أيضًا رؤية بعضهم البعض وجهًا لوجه عبر جانبي الطاولة، والتحدث حول البيانات».

ومن جانبها، تقول ماري ويتون، عالمة الحاسب، التي تعمل في مجال البيئات الافتراضية في جامعة كارولينا الشمالية في تشابل هيل، إنه لا يزال هناك مجال لتحسين طريقة تتبُّع الأنظمة لحركات المستخدمين، وكيف يمكن لهم التفاعل مع العالَم الافتراضي باستخدام أيديهم. وتضيف: «كان أكثر الأشياء متعة رؤية كيف يستخدم الناس ما قمنا بصنعه بطرق لم تكن لتخطر لنا على بال». ■

ممرضات النباتات

بوادر انفراج أزمة أشجار الزيتون

حُكْم قضائي يمهِّد الطريق لاتخاذ تدابير لاحتواء المرض القاتل الذي يصيب النبات، إلا أن خطر الانتشار لا يزال قائمًا.

أليسون أبوت، باري، إيطاليا

على تل صغير في منطقة بوليا جنوب إيطاليا، يقف أخصائي علم أمراض النبات دوناتو بوشيا، ويشير إلى مناظر طبيعية يسودها لون بني باهت جدًّا، تضم على مرمى البصر أشجار زيتون ميتة، وأخرى تحتضر. قبل 6 أشهر، كانت تلك المنطقة المظللة يسودها الخَضَار، كما يقول، مع عدد قليل فقط من البقع البُنّيّة التي تشير إلى تقدُّم بكتيريا مُمْرِضة شرسة؛ هي بكتيريا *Xylella fastidiosa*، التي لم تكن معروفةً في أوروبا من قبل.

قبل حوالي ثلاث سنوات، قام بوشيا ـ وهو رئيس وحدة باري في معهد الحماية المستدامة للنباتات «IPSP»، التابع للمجلس القومي للبحوث «CNR» بإيطاليا ـ وزملاؤه بتحديد نوع من المُمْرِضات البكتيرية، يُسمى *Xylella fastidiosa pauca* كمسبِّب لمتلازمة التدهور السريع للزيتون (OQDS) في بوليا. وقالوا ربما يكون قد وصل مع أحد نباتات الزينة المستوردة من الأمريكتين، حيث تستوطن بعض أنواع بكتيريا *Xylella*.

وقد تحوَّل الأمر إلى مأزق سياسي وقانوني مقلق؛ أدَّى إلى توقف تدابير احتواء هذا المُمْرِض، الذي غزا ما يقرب من 200,000 هكتار من بساتين الزيتون، وقتل معظم الأشجار هناك، بما في ذلك عيِّنات نادرة، يزيد عمرها على 1,000 سنة.

والآن، بدأت بوادر انفراج الأزمة في الظهور. ففي يوم 12 من شهر مايو الماضي، أعلنت محكمة العدل الأوروبية أن تدابير الحد من انتشار المُمْرِض ـ التي اتفق عليها الاتحاد الأوروبي، والتي سرعان ما عُلِّقت بسبب بعض المحتجين المفزوعين ـ كانت في الواقع مناسِبة جدًّا، ومن ثم فهي تمهِّد الطريق لهم الآن للمضي قُدُمًا. تشمل تلك التدابير رصد انتشار المرض؛ ومن ثم اقتلاع الأشجار المصابة، وفي بعض الحالات اقتلاع الأشجار السليمة ظاهريًّا، المحيطة بها أيضًا، وكذلك قتل الحشرات التي تحمل البكتيريا. أما بكتيريا *Xylella* في حد ذاتها، فلا يوجد لها علاج حتى الآن، وتبيِّن الأدلة التي تم الحصول عليها من الأمريكتين أنه لا يمكن القضاء عليها تمامًا.

ومع ذلك.. تظل محاربة التفشي تواجه التحديات. فخلال العام الماضي، ازداد اتساع المنطقة المصابة، مما زاد فرصة انتشار المرض إلى دول أخرى في حوض البحر الأبيض المتوسط، الذي ينتج 95% من الإنتاج العالمي الكلي للزيتون (انظر: «جغرافيا الزيتون»).

في شهر فبراير من العام الماضي، بدأت السلطات الإيطالية تنفيذ خطة الاحتواء التي اتفق عليها الاتحاد الأوروبي، لكنْ بدعم من السياسيين المحليين، رفض المحتجون الأدلة التي تثبت أن بكتيريا *Xylella* هي المسبِّبة لمتلازمة التدهور السريع في الزيتون، وأنها لا يمكن علاجها أو القضاء عليها. وادَّعوا أن الإجراءات المقترحة غير مضمونة، ورفعوا قضيتهم إلى محكمة إدارية محلية قامت بإحالتها إلى محكمة العدل الأوروبية. ومن ثم، قامت السلطات المحلية بوقف الأمر كله، حتى جهود الرصد، متأثرة بالشكوك التي تحوم حول الموضوع.

وبغض النظر عن الأهمية الاقتصادية لأشجار الزيتون، فهي ترتبط بعلاقة تاريخية وثقافية طويلة بهذه المناطق. «لذا.. فالمقاومة الشعبية مفهومة»، كما يقول عالِم الوراثة النباتية فرانشيسكو سالاميني، الذي يقود مجموعة صغيرة من العلماء الذين يعملون على إعداد تقرير مستقل حول هذه القضية؛ ليقدموه إلى الأكاديمية الوطنية الإيطالية.

ولإرباك الموقف أكثر، فتح الادعاء العام في شهر ديسمبر الماضي تحقيقًا فيما إذا كان خمسة من العلماء ـ منهم بوشيا ـ وخمسة موظفين عموميين قد تورطوا سهوًا في نشر المرض، أم لا، وكذلك اتهامات بخداع المسؤولين وتلويث البيئة، يصفها جيان باولو أكوتو كلها ـ وهو مدير معهد الحماية المستدامة للنباتات المقيم في تورينو ـ بالتُّهَم «العبثية».

خطة السيطرة

منذ أواخر شهر مارس الماضي، بدأت القضية المرفوعة ضد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



مُزَارِع يعمل في جنوب إيطاليا، حيث تقوم بكتيريا **Xylella fastidiosa pauca** بتدمير أشجار الزيتون.

تدابير الاحتواء في التفكك، إثر قيام الهيئة الأوروبية لسلامة الأغذية «EFSA» ـ ومقرها بارما، وتقدِّم المشورة العلمية للاتحاد الأوروبي بشكل مستقل ـ بإصدار ثلاثة تقارير[1-3] تدعم دور البكتيريا في الإصابة بالمرض، وتؤيد تدابير الاحتواء التي اتفق عليها الاتحاد. وافقت السلطات المحلية في بوليا بعد ذلك على خطة احتواء جديدة؛ تعيد تحديد المساحة المصابة، موسِّعةً إياها عن ذي قبل (انظر: «جغرافيا الزيتون»). وفي أوائل شهر مايو الماضي، اتفق المسؤولون هناك على استئناف عملية الرصد، وبعد ذلك بعدة أيام صَدَرَ قرار محكمة العدل الأوروبية.

لقد قامت أعمال بوشيا على مدار العام الماضي بتسليط الضوء على ضرورة الاحتواء، من خلال تلقيح أنواع مختلفة من النباتات ببكتيريا *X. f. pauca* في دفيئات بسيطة في معهد الحماية المستدامة للنباتات في باري. وقد كشف ذلك عن أن أشجار الحمضيات وكروم العنب منيعة ضد المُمْرِض، إلا أنه يمكنه إصابة عدد كبير من الأنواع المحلية الأخرى، مثل نبات الخزام (اللافندر)، ونبات الدفلة (Oleander)، ونبات المغزرة (polygala). ويقول الباحثون إنه حتى لو تم تدمير جميع أشجار الزيتون المصابة، فستؤوي البيئةُ البكتيريا بشكل موسع جدًّا، حتى يصبح الاحتواء هو التدبير الأمثل.

وقد كشفت تجارب باري أيضًا عن أن هناك أصنافًا من أشجار الزيتون المستنبتة ـ بما في ذلك الصنف الرئيس في منطقة توسكاني: Leccino ـ تظهر عليها أعراض مَرَضِيّة أقل حدة من الأصناف السائدة في بوليا. وقد يفيد ذلك في تحديد الجهود التي سيتم بذلها للتعامل مع المُمْرِض، إذا امتد انتشاره إلى مناطق أخرى. كما يقول بوشيا إنه قد يساعد أيضًا في إعادة زراعة المخططات، برغم أن هناك حاجة إلى دراسة المزيد من مواسم النمو القادمة، للتحقق مما إذا كانت أشجار Leccino تظل على قيد الحياة إلى أمد طويل، أم لا.

وتقوم تجارب أخرى في معهد الحماية المستدامة للنباتات بتحليل التعبير الجيني في الأشجار المصابة، لتحديد أيٍّ من الخصائص الجزيئية قد يحمل بعض المرونة. ويمكن لذلك أن يشكِّل في يوم من الأيام مصدر إلهام لعلاجات جديدة للأشجار المصابة.

«يمكنك أن تمنع البشر من محاولة المساعدة، لكنك لا تستطيع إيقاف البكتيريا، أو وَضْعها في السجن».

وقد قام علماء باري ـ جنبًا إلى جنب مع مجموعة من منتجي الزيتون القلقين ـ بتنفيذ تجارب في المنطقة المصابة. ويقول إنزو ماني ـ رئيس اتحاد يمثل 600 من بساتين الزيتون الصغيرة هناك ـ إنّ التعامل معه قد رُفِض قبل سنوات قليلة، عندما حاول إثارة اهتمام المؤسسات المحلية بما يبدو أنه مرض جديد وخطير، «لكني كنت أعرف أن شيئًا ما كان خطأً فعلًا»، كما يقول. والآن، فهو يساعد باحثي باري من خلال تحديد أراضٍ للتجارب الخارجية، ومراقبة الاختبارات.

اختبار التحمل

في إحدى هذه التجارب، قام فريق العلماء والمنتجين ـ الذين وصل عددهم الآن إلى 40 ـ بزرع أصناف مختلفة؛ لاختبار ما إذا كان أيٌّ منها يُظْهِر مقاومة على مدى عدة مواسم، أم لا. وقد تُوَجَّه مثل هذه التجارب إلى الأشجار التي تُزرع في المنطقة، أو في أي مكان آخر. وفي دراسة أخرى، يقوم العلماء بتطعيم أصناف مختلفة في أشجار مصابة حديثًا؛ لمعرفة ما إذا كان بعضها سيبقى على قيد الحياة، أم لا، آمِلِين في إعادة إنتاج غطاء أخضر على جذور المنطقة المصابة. واختصارًا للوقت، يقومون ـ في حالات محددة ـ بتمويل بعض هذه التجارب بأنفسهم. أمّا أكوتو، فهو يشير من جانبه إلى التزام العلماء، رغم تحقيقات الشرطة. يقول: «يمكنك أن تمنع البشر من محاولة المساعدة، لكنك لا تستطيع إيقاف البكتيريا، أو وضْعها في السجن».

وبينما يتطلع علماء من دول أخرى إلى الانضمام إلى العمل، خوفًا من انتشار بكتيريا *Xylella*، قام بعض العلماء من إسبانيا ـ وهي أكبر دولة منتجة للزيتون في العالم ـ بإضافة بعض الأصناف الإسبانية إلى التجارب؛ لمعرفة مدى سرعة استسلام أشجارهم لهذا المرض. أما منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة «FAO»، ومقرها روما، فقد قامت بتنظيم ورشة عمل في شهر إبريل الماضي في باري؛ لتبادل المعلومات مع العلماء والمسؤولين الزراعيين من الدول الشهيرة بزراعة الزيتون في أوروبا، وشمال أفريقيا، والشرق الأوسط.

ربما زاد التأخير الذي حدث في برنامج الاحتواء في إيطاليا من خطر انتشار متلازمة التدهور السريع في الزيتون إلى الخارج، كما يقول شوقي الدبيع، رئيس المكتب الإقليمي لمنظمة الفاو لشمال أفريقيا والشرق الأوسط في القاهرة؛ وهو يقوم بتنظيم خطة طوارئ لهذه المنطقة. كما أن سوريا وليبيا، اللتين يُعتقد أن زراعة الزيتون فيهما قد بدأت منذ عام 2,500 قبل الميلاد، تثيران القلق بشكل خاص، كما يقول، إذ إن الحروب في هاتين الدولتين تجعل من عملية الرصد أمرًا مستحيلًا. ■

جغرافيا الزيتون

تقع أكبر عشر دول إنتاجًا للزيتون في العالم في حوض البحر الأبيض المتوسط، أو بالقرب منه، مما يزيد المخاوف من انتشار عدوى أشجار الزيتون، التي تجتاح جنوب إيطاليا.

● = إنتاج 100,000 طن من الزيتون

حدود منطقة الاحتواء في عام 2015

حدود منطقة الاحتواء في عام 2016

إيطاليا

البحر الأدرياتيكي

مقاطعة ليتشي

إسبانيا 92

إيطاليا 29

اليونان 19

تركيا 17

المغرب 12

تونس 11

سوريا 8

البرتغال 7

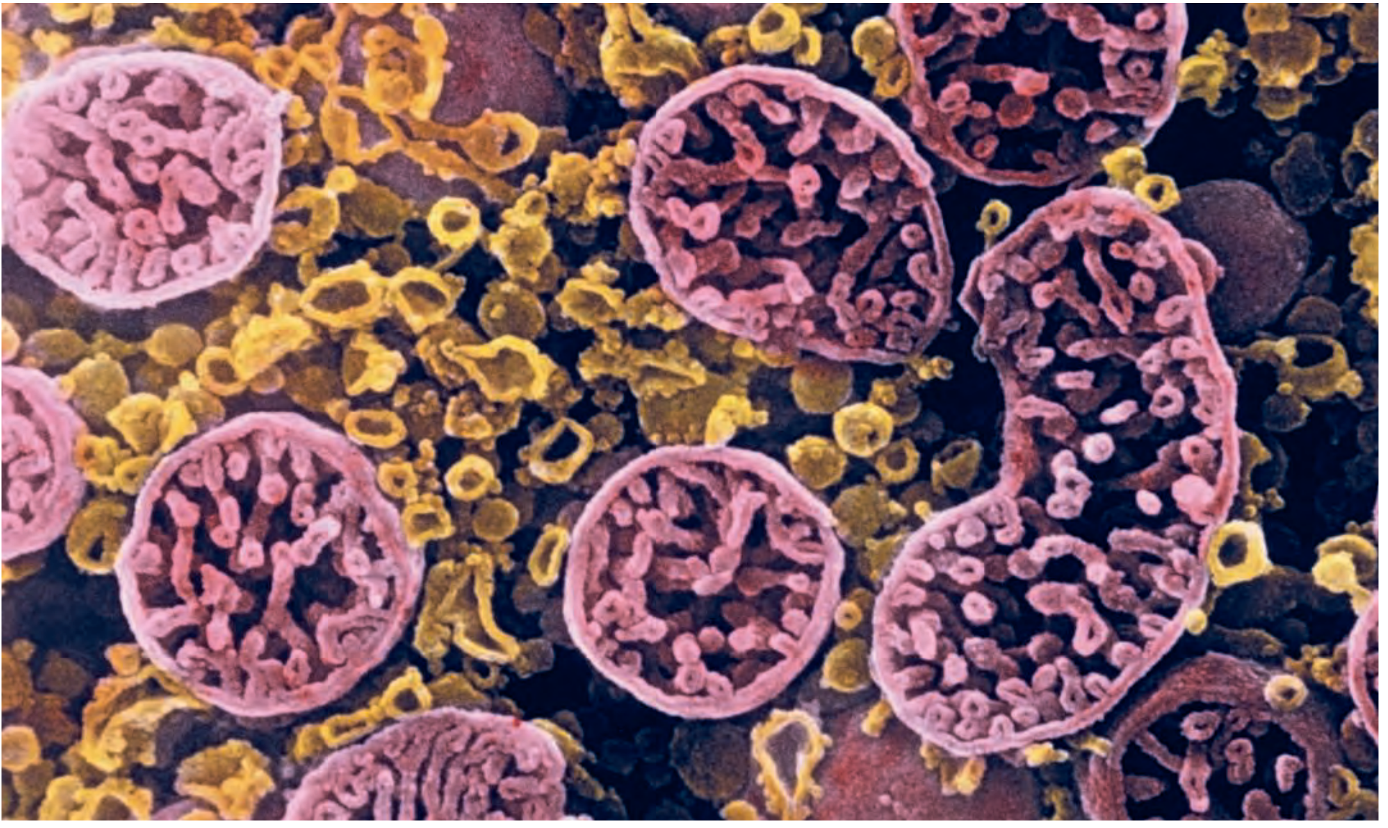
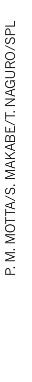
الجزائر 6

مصر 5

بيانات عام 2013.

FAOSTAT/EUROPEAN COMMISSION

1. Saponari, M. *et al. Pilot Project on* Xylella fastidiosa *to Reduce Risk Assessment Uncertainties* (EFSA, 2016); available at http://go.nature.com/aldezo
2. EFSA Panel on Plant Health. *EFSA J.* **14,** 4450 (2016).
3. EFSA Panel on Plant Health. *EFSA J.* **14,** 4456 (2016).

الميتوكوندريا (باللون الوردي) هي التراكيب المنتجة لطاقة الخلية، وقد تحوي طفرات جينية ضارة.

طب التكاثر

أَجِنَّة الثلاثة أشخاص.. قد لا تلفظ الجينات الضارة

هناك تقنية يُفترَض أنها تحمي الأبناء من توارث الميتوكوندريا الطافرة، قد تأتي بنتائج عكسية.

إوين كالاواي

إن تقنية العلاج الجيني، التي تهدف إلى منع انتقال الجينات الضارة من الأم إلى الطفل عبر الميتوكوندريا ـ التراكيب الخلوية المنتِجة للطاقة ـ قد لا تفلح دائمًا.

يتضمن نهجُ العلاج باستبدال الميتوكوندريا الاستعاضةَ عن الميتوكوندريا المعيبة بأخرى من متبرع معافى، لكنْ تشير التجارب إلى أنه إذا تبقَّى عدد من الميتوكوندريا الطافرة بعد عملية النقل، وإن كان قليلًا ـ وهو أمر شائع الحدوث ـ قد يتغلب على الميتوكوندريا السليمة في خلايا الطفل، ويتيح إمكانية حدوث المرض الذي صُمِّمَ العلاج في الأصل لتجنُّبه.

وحول ذلك يقول ديتر إجلي، وهو عالم خلايا جذعية بمعهد نيويورك لبحوث مؤسسة الخلايا الجذعية، ومَن قام بقيادة هذا العمل: «قد يقوِّض ذلك الغرضَ الأساسي من إجراء عملية استبدال الميتوكوندريا». ويضيف قائلًا إنّ هذا الاكتشاف قد يقود إلى أساليب للتغلب على هذه العقبة، إلا أنه يوصي بعدم استخدام هذه التقنية في الوقت الراهن.

وقد أجازت حكومة المملكة المتحدة في العام الماضي العلاج باستبدال الميتوكوندريا، رغم أن جهاز تنظيم الخصوبة بالدولة لم يعط بعد الضوء الأخضر لاستخدامه في العيادات. وفي العام الحالي، أوصت لجنة مُشَكَّلَة من الأكاديميات الوطنية للعلوم والهندسة والطب في الولايات المتحدة بضرورة الموافقة على إجراء تجارب إكلينيكية لهذه التقنية، إذا دَلَّت النتائج قبل الإكلينيكية على أنها آمنة.

يُولد واحد من كل 5,000 طفل بأمراض تسبِّبها طفرات جينية ضارة في الحمض النووي الموجود بالميتوكوندريا الخاصة به، وهي أمراض تؤثر عادة على القلب والعضلات، إلى جانب أعضاء أخرى من تلك المتطلِّبَة للطاقة. ويرث الأطفال كل الميتوكوندريا الخاصة بهم مِن أمهاتهم.

ومن ثم، فإن العلاج المقترَح لمنع انتقال طفرات الميتوكوندريا الضارة من الأم إلى الطفل يتلخص في زرع الحمض النووي الموجود في البويضة الخاصة بالأم في بويضة أخرى من متبرعة، تحوي ميتوكوندريا سليمة (بعد إفراغها من نواتها). وبالتالي، سيحمل الجنين الناتج جينات ميتوكوندريا المرأة المتبرعة، والحمض النووي الخاص بالأب والأم. وتُعرف هذه الأجنة أحيانًا باسم «أجنة الثلاثة أشخاص».

ولا يمكن للتقنيات الحالية تجنُّب تسرُّب عدد صغير من ميتوكوندريا الأم إلى داخل بويضة المتبرع، لكن بلوغ هذا العدد نسبة أقل من 2% من مجموع ميتوكوندريا الجنين الناتج، لا يكفي ذلك لحدوث مشكلات صحية. أمّا ما أقلق الباحثين، فهو إمكانية أن ترتفع هذه النسبة مع نمو الجنين. وقد دعت هيئة الخصوبة البشرية وعلم الأجنة بالمملكة المتحدة «HEFA» ـ التي سوف تشرف على التطبيقات الإكلينيكية لتقنية استبدال الميتوكوندريا ـ إلى البحث في إمكانية حدوث الأمر.

ومن ثم، تقدِّم دراسة إجلي بعض التوضيحات (M. Yamada *et al*. *Cell Stem Cell* http://doi.org/bhsj; 2016)؛ إذ قام فريقه باستخدام بويضات مأخوذة من امرأة ذات ميتوكوندريا سليمة، ثم اتَّبَعوا نهجًا مشابهًا لنهج العلاج الحقيقي: أي زَرْع الحمض النووي المأخوذ من مجموعة بويضات في بويضات امرأة أخرى. حَوَّلَ الفريق هذه البويضات إلى أجنة باستخدام نسختين من جينوم الأم، بدلًا من استخدام حيوانات ◄

منوية (لاستبعاد أي دور محتمل للحمض النووي الخاص بالأب)، ثم استخلصوا الخلايا الجذعية من الأجنة؛ وقاموا بإنمائها في أطباق مختبرية في المعمل. ومن ثم، وجدوا في الأجنة 0.2% فقط ـ في المتوسط ـ من الحمض النووي الخاص بالميتوكوندريا (mtDNA) المنقولة، كما احتوت الخلايا الجذعية الجنينية الناتجة على كميات ضئيلة مماثلة، إلا أن واحدة من مزارع الخلايا الجذعية أظهرت تغيرًا كبيرًا؛ فمع نمو الخلايا وانقسامها، ارتفعت كميات الحمض النووي mtDNA من 1.3% إلى 53.2%، ثم عاودت الهبوط لاحقًا إلى 1% مرة أخرى. وعندما قام الفريق بتقسيم الخط الخلوي إلى أطباق مختلفة؛ وجدوا في بعض الأحيان أن الحمض النووي mtDNA الخاص ببويضة المتبرع كان له الغلبة، بينما في أحيان أخرى ساد الحمض النووي mtDNA المنقول.

الأحماض النووية المتنافسة

ليس واضحًا بالضبط كيف تَسَنَّى للميتوكوندريا المنقولة أن تزيد وتسود بهذا الشكل؛ غير أن إجلي يعتقد أن الأمر يعود إلى كون إحدى الميتوكوندريا قامت بنَسْخ حمضها النووي أسرع من الأخريات، وهو ـ حسب قوله ـ المرجَّح أن يحدث مع وجود اختلافات كبيرة في تسلسل الحمض النووي بين مجموعتي الميتوكوندريا.

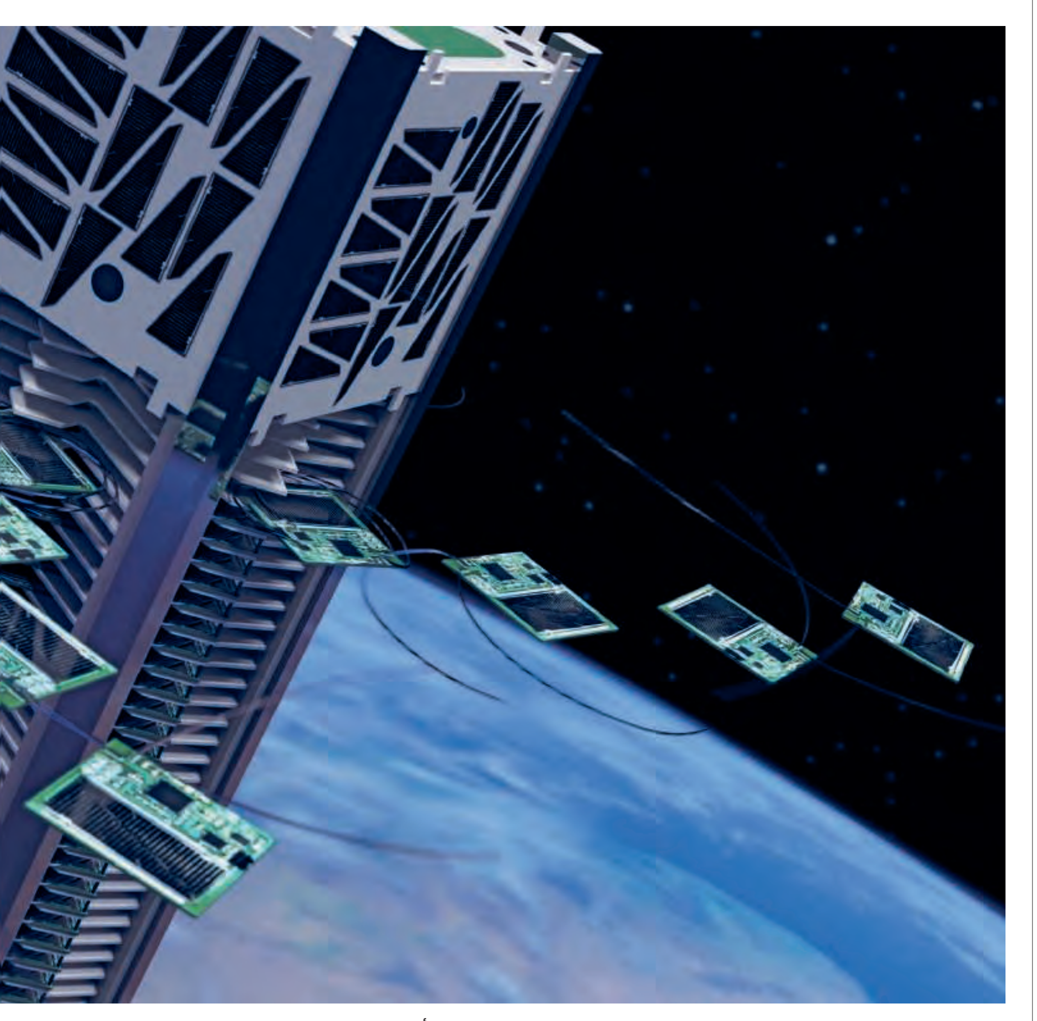
ومن جانبه، يقول إين جونستون ـ عالِم الرياضيات الحيوية بجامعة برمنجهام ـ إنّ هذه النظرية تبدو منطقية.. فقد عمل جونستون ضمن فريق وَجَدَ في الفئران التي تضم ميتوكوندريا من سلالات معملية ومجموعات برية ذات علاقة بعيدة بها سيادة لإحدى سلالات الميتوكوندريا (J. P. Burgstaller *et al*. *Cell Rep*. **7**, 2031–2041; 2014). فإذا قُدِّرَ لتقنية استبدال الميتوكوندريا أن تصل إلى العيادات، فحسب قول جونستون، سيكون من الضروري أن يتم اختيار المتبرعات، بحيث تتوافق الميتوكوندريا الموجودة في بويضاتهن مع تلك الخاصة بالأم المستقبِلة.

«لا أظن أنه من الحكمة المضي قُدُمًا في ظل هذه الشكوك».

أما ماري هِربرت، عالمة الأحياء المتخصصة في التكاثر بجامعة نيوكاسل بالمملكة المتحدة، وعضو فريق بحثي يعمل على تقنية استبدال الميتوكوندريا، فتقول إنّ الميتوكوندريا تتصرف بشكل مختلف جدًّا في الخلايا الجذعية الجنينية، عن طريقة عملها أثناء النمو البشري الطبيعي. ويمكن لمستويات الميتوكوندريا الطافرة في الخلايا الجذعية أن تتقلب بشدة، إذ تقول هِربرت عنها: «إنها خلايا مختلفة، ويبدو أن لها قانونها الخاص». وتعتبر هِربرت من الناحية الحيوية أن أهمية التقرير الأخير لا تزال «موضع شك»، كما تعتقد أن البيانات المستقاة من الأجنة المستنبَتة لمدة أسبوعين تقريبًا في المعمل ستوفر معلومات أكثر فائدة من دراسات إجلي للخلايا الجذعية.

ويقول المتحدث باسم هيئة الخصوبة البشرية وعلم الأجنة إنّ الهيئة تنتظر المزيد من التجارب حول مدى أمان التقنية ومدى فعاليتها (بما في ذلك بيانات فريق هِربرت)، قبل اعتماد أول عملية استبدال للميتوكوندريا في البشر.

ويأمل إجلي أن تنظر الهيئة إلى بيانات فريقه بعين الاعتبار. كما يعتقد أن المشكلة يمكن التغلب عليها، عن طريق تحسين التقنيات، مثلاً؛ لخَفْض كمية الميتوكوندريا المنقولة، أو اختيار متبرعات متوافِقات، بحيث يكون من غير المحتمل أن تتنافس الميتوكوندريا الخاصة بهن مع ميتوكوندريا المرأة المستقبِلة. وإلى أن يتم تحقيق ذلك بشكل أكيد، يطالب إجلي بتوخي الحذر، ويقول: «لا أظن أنه من الحكمة المضي قُدُمًا في ظل هذه الشكوك». ■



سيقوم القمر الصناعي «كيك سات» KickSat (الصورة من خيال الرسام) بإطلاق عدة أقمار صغيرة من نوع «تشِب سات» chipsats.

فضاء

الرحلة الأولى لأقمار صناعية بَالِغَة الصغر

إطلاق مسابير «تشِب سات» chipsat خلال شهر يوليو، بهدف اختبار طريقة جديدة لاستكشاف النظام الشمسي وما وراءه.

نيكولا جونز

حسب الخطة الموضوعة، مِن المقرَّر أن يتم إرسال مجموعة من حوالي 100 قمر من أقمار «تشِب سات» ـ التي تشبه في حجمها وريقات دفتر صغير ـ في السادس من شهر يوليو الحالي إلى المحطة الفضائية الدولية؛ من أجل استكشاف معالم في الفضاء. وخلال الأيام القليلة التي تُجرى فيها الاختبارات، ستنقل هذه الأقمار الصناعية بالغة الصغر بيانات حول ما تحمله من طاقة، وحول توجُّهها، قبل أن تنحرف عن المدار وتحترق في غلاف الأرض الجوي.

تأخذ تلك الأقمار شكل مربعات مسطحة، يبلغ طول ضلع كل منها 3 سنتيمترات، وملِّيمترين، وتزن حوالي 5 جرامات، وكانت قد صُممت ضمن مشروع تَخَرُّج أحد طلبة الدكتوراة. وتُعَدّ التجربة المنتظَرة بمثابة خطوة أوّلية نحو بعثة «بريكثروه ستار شوت» Breakthrough Starshot، التي حظيت بدعاية إعلامية واسعة، قادها الملياردير يوري ميلنر؛ بهدف إرسال مسابير بالغة الصغر في رحلة بين النجوم.

«نحن متحمسون للغاية»؛ هكذا قال بريت ستريتمان، مهندس فضاء في مختبر تشارلز ستارك درابر غير الربحي في كمبريدج بولاية ماساتشوستس، حَقَّقَ في جدوى إرسال أقمار «تشِب سات» إلى قمر «أوروبا» Europa الذي يدور حول المشتري. وأضاف: «من شأن ذلك أن يقدِّم إلى

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

BEN BISHOP

منصة «تشِب سات» رصيد رحلات إضافيًّا، كما سيثبت للناس أن هذه المسابير حقيقية، ولها إمكانيات فعالة».

تُعَدّ هذه المسابير هي الأصغر ضمن سلسلة متزايدة من الأقمار الصناعية صغيرة الحجم. فمنذ عام 2003، أطلق الباحثون مئات الأقمار الصناعية من طراز «كيوب سات» Cubsats، يبلغ طول ضلع الواحد منها 10 سنتيمترات (أُطلق أكثر من 120 قمرًا خلال العام الماضي وحده). والآن، يعمل المهندس جيكان ثنجا ـ من جامعة ولاية أريزونا في مدينة تمبي ـ على إنتاج قمر صناعي أصغر من قمر «كيوب سات»، يسميه «فمتو ساتلايت» femtosatellite؛ وهو بمثابة مكعب، يبلغ طول ضلعه 3 سنتيمترات، وهو يقول عنه إنّ لديه القدرة التكنولوجية التي تتمتع بها أقمار «كيوب سات» الأولى. أما أقمار «تشِب سات»، الأصغر حجمًا والأرخص ثمنًا، فتُعتبَر أجهزة استشعار سهل التخلص منها، أي يمكن إرسالها في مهمات «انتحارية»؛ لاستكشاف البيئات الخطيرة، كحلقات كوكب زحل مثلًا.

يقول ثنجا: «جميعها تدخل في إطار الأدوات الضرورية للبعثات الفضائية من الجيل القادم». أما الاختبار القادم لأقمار «تشِب سات»، فيُدعى «كيك سات-2» KickSat-2، وهو ثاني تجسيد للبعثات ذات التمويل الجماعي، وقام بوضعه باحثون من جامعة كورنيل في إيثاكا بنيويورك. بلغ حجم المركبة الفضائية «كيك سات-1» KickSat-1 حجم صندوق أحذية، وقد أُطلقت بنجاح في يوم 18 من شهر إبريل 2014، إلا أنها فشلت في إطلاق حمولتها ذات الـ104 أقمار من نوع «تشِب سات»، إثر تعرُّضها لموجة إشعاع كوني تسبَّبت في إرجاع ساعتها لوضع الإطلاق؛ فسقطت المركبة خارج المدار؛ واحترقت مع أقمار «تشِب سات»، التي كانت لا تزال بحوزتها.

يقول زخاري مانشستر، وهو مهندس الفضاء الذي قام بصناعة الأقمار الصناعية أثناء دراسة الدكتوراة في مجال هندسة الفضاء بجامعة كورنيل: «شعرتُ حينئذ ببعض الضيق»، لكن لحسن الحظ، كانت لا تزال هناك كمية من قطع الغيار في الجوار، تكفي لصناعة دفعة ثانية من تلك الأقمار الصناعية بشكل سريع وسهل نسبيًّا.

يحمل كل قمر من أقمار «تشِب سات» ـ المسماة «سبرايتس» Sprites ـ خليّتين شمسيتين ذواتي 60 ملِّي أمبير، إضافة إلى جهاز راديو وهوائي. وتتضمن حمولة «كيك سات-2» بعض أقمار «سبرايتس» الأحدث، التي يمكنها أن «تسبح» عن طريق المَيْل نحو الشمس، أو بعيدًا عنها. يمر تيار كهربائي في ملف، محوِّلًا الشريحة إلى إبرة مغناطيسية موازية للمجال المغناطيسي للأرض. ويتيح ذلك لأقمار « تشِب سات» التحكُّم في وجهتها. كما يمكن إعادة برمجة المسابير وقت طيرانها من محطة الفضاء.

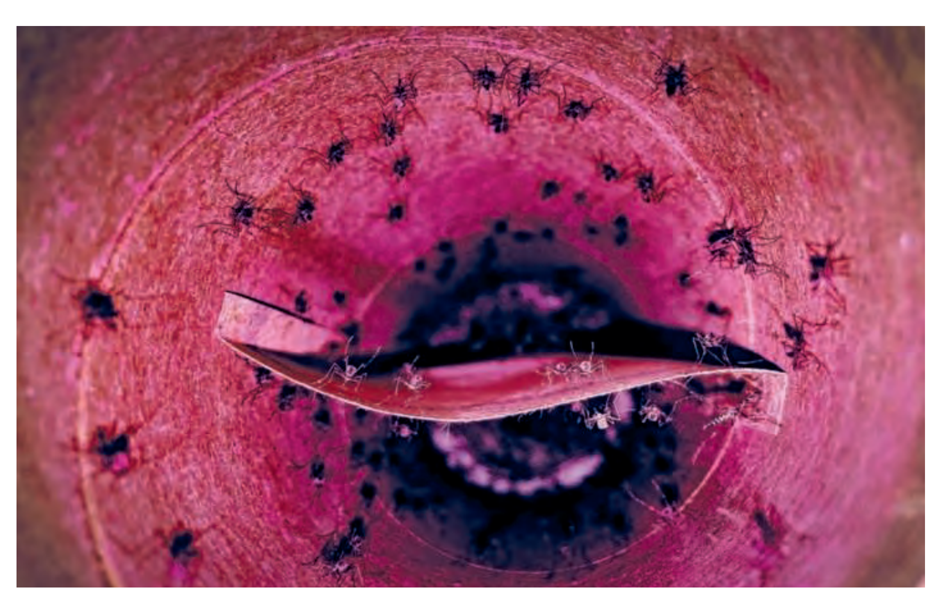
وقد أثبتت نماذج «سبرايتس» الأوّلية أنها قادرة على مقاومة قسوة الفضاء. ففي عام 2011، عُلقت ثلاثة من أقمار «تشِب سات» على محطة الفضاء من الخارج؛ وحين استردها العلماء في عام 2014، كانت لا تزال تعمل.

في هذا الصدد، يقول ميسون بيك ـ مهندس الفضاء الذي يقود فريق «تشِب سات» الخاص بجامعة كورنيل ـ إنّ مقاومة الإلكترونيات التجارية للخلاء في الفضاء ودرجات الحرارة القاصية «أمر شديد الأهمية»، لكن حين يتعلق الأمر برحلة إلى عمق الفضاء، فستواجه إلكترونيات «تشِب سات» خطرًا عاليًا من إمكانية أن يتم تدميرها بالإشعاع. وعن ذلك يقول بيك: «هناك بعض المسارات الواضحة لمقاومة آثار الإشعاع، لكنها باهظة الثمن». ويضيف: «لكنْ تلك ليست هي النقطة الأهم في الموضوع، فليس الهدف صنع قمر صناعي ممتاز، بل يمكنك أن تُطلِق مليون قمر؛ وإنْ بقي منهم 1% فقط؛ فذلك أمر جيد. وستقف الإحصائيات في صَفِّك».

وهناك الكثير من المهام التي تستطيع أقمار «سبرايتس» إنجازها على مقربة منا. يقول بيك إنه يمكن استخدام الأقمار الصناعية الصغيرة تلك؛ للتحقق من صحة النماذج الموضوعة لتوضيح سلوك قِطَع الحطام الصغيرة الموجودة في الغلاف الجوي العلوي. تتأثر تلك الأجسام الصغيرة المسطحة كثيرًا بالجذب، شأنها شأن الريش على الأرض؛ إلا أن بيك يقول: «لسنا متمكِّنين جيدًا من نمذجة الأمر». وإضافة إلى ذلك.. يتمثل مشروع محتمَل آخر في استخدام أقمار «سبرايتس» لرسم خريطة ذات دقة مكانية عالية لمجال الأرض المغناطيسي.

كما يؤيد هذا الرأي جيفري لوف، وهو عالِم في الجيوفيزياء بهيئة المسح الجيولوجي الأمريكية في دنفر بكولورادو، ويدرس جاذبية الأرض المغناطيسية. يقول: «سيكون ذلك مفيدًا حقًّا» ويضيف: «في الوضع المثالي، سترغب دائمًا في قياس المجال المغناطيسي في كل مكان وفي كل وقت. ويمكن أن يُعَدّ هذا العمل خطوة نحو ذلك».

ولتحقيق الهدف بعيد المدى، الخاص بفضاء ما بين النجوم، ستحتاج أقمار «تشِب سات» سعة اتصال لِيزَرِيّ أفضل. ويرى بيك ومانشستر ـ وكلاهما ينتسب إلى اللجنة الاستشارية لبعثة «بريكثروه ستار شوت» ـ أن ذلك ممكنٌ. يقول بيك: «لقد قطعنا شوطًا كبيرًا في اتجاه إثبات أننا نستطيع إنتاج مركَّبة عملية بالغة الصغر». ■



ذكور البعوض من نوع Aedes aegypti، المصابون ببكتيريا Wolbachia، غير قادرين على إنتاج نسل جديد.

الأمراض المعدية

بعوض مصاب، قد يتمكن من محاربة «زيكا»

تقوم الحكومة الأمريكية بمراجعة خطة مقترَحة، لاستخدام البكتيريا؛ لتقليل أعداد البعوض الحامل للمرض.

إيميلي والتز

عن قريب.. تصبح الولاياتُ المتحدة الدولة الأولى التي تسمح بالاستخدام التجاري لنوع شائع من البكتيريا؛ لمكافحة انتشار البعوض القادر على نقْل العدوى الفيروسية، مثل فيروس زيكا، وفيروس الضنك، وفيروس شيشيكونجونيا.

تقوم وكالة حماية البيئة الأمريكية «EPA» حاليًّا بمراجعة طلب مقدَّم من الشركة الناشئة «موسكيتو ميت» MosquitoMate للتكنولوجيا الحيوية، لاستخدام بكتيريا *Wolbachia pipientis* كوسيلةٍ لمكافحة بعوضة النمر الآسيوي *Aedes albopictus*. وتخطط الشركة لتسويق هذه البكتيريا، باعتبارها مبيدًا حشريًّا يقتل البعوض فقط، دون غيره من الحشرات. وكان مِن المفترَض أن تُبْلِغ الوكالة قرارها إزاء ذلك الأمر بعد انتهاء فترة تلقِّي التعليقات العامة في يوم 31 من شهر مايو الماضي.

تتضمن استراتيجية شركة «موسكيتو ميت» تنشئة البعوض الحامل للعدوى بسلالةٍ معينةٍ من بكتيريا *Wolbachia*، وإطلاق الذكور في البيئة. وعندما تتزاوج هذه الذكور مع الإناث البرية التي لا تحمل سلالة البكتيريا نفسها، لن تفقس البيضة الملقحة الناتجة، إذ إنّ الكروموسومات الأبوية لن تكون قد تكونت فيها بشكل مناسب. وباستمرار إطلاق هذه الذكور في البيئة، وتزاوجها مع الإناث البرية؛ ستتضاءل أعداد تلك الحشرات المؤذية.

رصدت ثماني دول حتى الآن حالات صغر حجم الرأس، أو غيرها من التشوهات الخلقية في المواليد، التي في الغالب قد سَبَّبَها فيروس «زيكا»، ما حدا بالمسؤولين في عديد من القطاعاتِ تَبَنِّي خيارات جديدة؛ لتقليص أعداد البعوض. يقول توم سكوت، عالِم الحشرات بجامعة كاليفورنيا في ديفيس: «نحن بحاجة إلى كل ما يمكن التوصل إليه من أدوات فعالة. ولذا.. علينا إعطاء فرصة لبكتيريا *Wolbachia*. وسيتطلب ذلك خطة محكمة، لإجراء هذه التجارب».

قامت شركة «موسكيتو ميت» ـ التي كانت قد أُنشئت على يد باحثين من جامعة كنتاكي في ليكسنجتون ـ باختبار بكتيريا *Wolbachia* في البعوض من نوع *A. albopictus* في ثلاث ولايات مختلفة على مدار السنوات الثلاث الماضية. وقد نجح هذا النهج في تقليل أعداد البعوض البري بأكثر من 70% في تلك المناطق، حسب قول ستيفن دوبسون، عالِم الحشرات بجامعة كنتاكي، ومؤسس الشركة.

«نحن بحاجة إلى كل ما يمكن التوصل إليه من أدوات فعالة».

تَستخدِم الشركة بكتيريا *Wolbachia* أيضًا؛ لاستهداف البعوض *Aedes aegypti*، الذي يُعتقد أنه الناقل الأساسي لفيروس «زيكا». وقد شرعت الشركة في إجراء تجارب ميدانية في شهر مايو الماضي، باستخدام البعوض المصاب من النوع *Aedes aegypti* في كلوفيس بكاليفورنيا، كما تقدمت بطلب لتطبيق الأمر ذاته في فلوريدا، وفي مقاطعة أورانج بكاليفورنيا.

وتدرس مجموعاتٌ بحثيةٌ أخرى قدرةَ بكتيريا *Wolbachia* في القضاء على بعوض *A. albopictus*. فقد شرع باحثونَ في كل من جامعة سن يات سين بجوانزو في الصين، وجامعة ولاية متشيجان في إيست لانسنج، في إجراء تجارب ميدانية للبعوض الحامل لبكتيريا *Wolbachia* في العام الماضي على جزيرة شازاي في جوانزو. وامتدت التجارب في شهر مارس؛ لتشمل جزيرةَ داداو الموجودة في جوانزو أيضًا. يُطْلِق الباحثون مليون ونصف المليون من ذكور بعوض *A. albopictus* كل أسبوع، مع وجود خطط لزيادة هذا العدد إلى خمسة ملايين بعوضة أسبوعيًّا بنهاية شهر أغسطس. يقول زيونج شي، عالِم الحشرات الطبية والأحياء المجهرية بجامعة ولاية متشيجان، الذي يشرف على المشروع: «يُعَدّ مصنعنا حاليًّا، المنتِج للبعوض، هو الأكبر من نوعه في العالم».

قد يكون هذا الإنتاج الضخم والمستمر للبعوض مُكْلِفًا جدًّا بالنسبة إلى بلدان أو مدن عديدة. ومع وضع ذلك في الحسبان، يقوم التعاون الدولي غير الهادف إلى الربح – المتمثل في مبادرة «تخلص من الضنك» Eliminate Dengue - الآن باختبار نهج يتطلب تنشئة عدد أقل بكثير من البعوض. وهي تَستخدِم ـ عِوضًا عن ذلك ـ مجموعة بادئة من البعوض الحامل لبكتيريا *Wolbachia*؛ من أجل نقل العدوى إلى مجموعة بريّة كاملة.

وينمو النسل الناتج الحامل للبكتيريا بشكل طبيعي، غير أن عدوى *Wolbachia* تستحث استجابة مناعية، وتستهلك بعض الموارد الخلويةِ المهمة، وهو ما من شأنه أن يمنع الفيروسات ـ مثل زيكا، وحُمَّى الضنك ـ من النمو والتكاثر داخل هذا البعوض (H. L. C. Dutra *et al*. *Cell Host Microbe* http://doi.org/bhsh; 2016).

يقول سكوت أونيل، مدير مبادرة «تخلص من الضنك» وعميد قسم العلوم بجامعة موناش في ملبورن بأستراليا: «نحن لا نحاول قتل أو تقليل مجموعات البعوض، لكننا فقط نلغي فعاليتها في نقل مجموعة من المُمْرِضات إلى البشر». ويعمل الفريق على اختبار هذه التقنية؛ لمحاربة البعوض من نوع *A. aegypti* في تجارب مفتوحة في كلٍّ من إندونيسيا، وفيتنام، وأستراليا، والبرازيل، وكولومبيا. كما يأمل أونيل أن يطرح هذا النظام بسعر يناسب البلدان النامية، بحيث لا يتعدي دولارًا واحدًا لكل شخص.

إنّ استخدام بكتيريا *Wolbachia* لنقل العدوى إلى مجموعات البعوض لم يثبت حتى الآن قدرته على تقليص معدلات ظهور حالات الإصابة بفيروسي زيكا والضنك في البشر. ويقول أونيل إنّ فريق مبادرة «تخلص من الضنك» كان قد شهد «انخفاضًا كبيرًا في معدلات نقل فيروس الضنك»، في المنطقة التي كان قد أطلق فيها بعوضًا مصاب ببكتيريا *Wolbachia*. ويحاول الفريق إثبات صحة هذه الملاحظات من خلال دراساتٍ محكمة عشوائية، تتم الآن في إندونيسيا وفيتنام.

وحتى الآن، لاقت التجارب التي تُجرى على البعوض المصاب ببكتيريا *Wolbachia* مقاومة مجتمعية قليلة، إلا أن المواطنين الأمريكيين استخدموا لافتات الساحات إلى جانب حملات على مواقع التواصل الاجتماعي، وعمدوا إلى تقديم التماس، احتجاجًا على التجارب المقترَحة للبعوض المُهندَس وراثيًّا، والمطوَّر من قِبَل شركة «أوكزيتك» Oxitec، الكائنة في ميلتون بارك بالمملكة المتحدة. تقوم الشركتان ــ«أوكزيتك»، و«موسكيتو ميت» ـ بتعديل ذكور البعوض باستخدام سلاح تكاثري فتّاك، قبل إطلاقها في البيئة لتتزاوج وتحِدّ من أعداد بني جنسها، إلا أن شركة «أوكزيتك» تقوم بتعديل البعوض الخاص بها من خلال أحد الجينات، في حين تَستخدِم شركة «موسكيتو ميت» البكتيريا لإجراء التعديل.

هذا.. وقد تلقَّت هيئة الغذاء والدواء الأمريكية ـ التي تنظر في المقترح المقدَّم من قِبَل شركة «أوكزيتك» بإجراء تجربة ميدانية في فلوريدا ـ أكثر من 2,600 تعليق عام على الخطة، بينما لم تتلقّ وكالة حماية البيئة الأمريكية حتى وقت طباعة النسخة الإنجليزية من هذا المقال إلا تعليقًا واحدًا فقط. ■



PETE BUCKTROUT/BRITISH ANTARCTIC SURVEY

سفينة البحوث المَلَكِيّة جيمس كلارك روس هي إحدى سفينتي بريطانيا القطبيتين المتقادمتين، اللتين سيتم استبدالهما الآن.

علم المحيط

أسطول من السفن القطبية يجذب داعمي العلوم

تأتي السفينة المَلَكِيّة البحثية سير ديفيد أتينبوروه ـ المسماة «بوتي مكبوتفيس» Boaty McBoatface على شبكة الإنترنت ـ ضمن موجة سفن عملاقة خارقة للجليد.

ألكسندرا ويتز

أصبحت سفينة البحوث القطبية الجديدة ـ التابعة للمملكة المتحدة ـ تمثل الآنَ هَوَسًا قوميًّا، إذ أثار الاقتراح المقدَّم بتعميدها وتسميتها «بوتي مكبوتفيس» خيالَ العامة، لدرجة أن قرار تسمية السفينة باسم المذيع وعالِم الطبيعة ديفيد أتينبورو أثار تساؤلات في تحقيق برلماني.

إن السفينة البحثية المَلَكِيّة «سير ديفيد ديفيد أتينبورو» ـ التي ستستكشف القطبين الشمالي والجنوبي ـ مهمة أيضًا لكونها ستحمل على متنها عددًا أكبر من العلماء، وستتوغل أكثر في الجليد القطبي عن أيّ سفينة بحثية بريطانية على الإطلاق. تأتي هذه السفينة ضمن موجة سفن البحوث الخارقة للجليد ـ من النرويج إلى الصين، حتى أستراليا ـ التي تَعِد بتوسيع قدرة العلماء على استكشاف البيئات القطبية القاسية (انظر: «سفن المستقبل»).

من جانبها، تحاول الصين حاليًّا كسب مناقصة لبناء كاسحة جليد بحثية ضخمة؛ لمرافقة سفينة «سويلونج» *Xuelong* التابعة لها، بينما وَقَّعَت الحكومة الأسترالية عقدًا في الشهر الماضي؛ لاستبدال سفينتها المتقادمة «أورورا أستراليس» *Aurora Australis*. وبدأت ألمانيا في استبدال سفينتها «بولارستيرن» *Polarstern*، كما بدأت السويد مناقشة ما ستفعله بعد إحالة سفينتها «أودن» *Oden* للتقاعد في نهاية العقد القادم. (ولا يزال المقترَح المقدَّم لإنشاء كاسحة جليد أوروبية بتكلفة تصل إلى 800 مليون يورو ـ وهو ما يعادل 900 مليون دولار أمريكي ـ معلَّقًا بسبب تكلفتها العالية جدًّا).

إن الفريق المصمِّم للسفينة أتينبورو ـ التي يبلغ طولها 129 مترًا ـ هو الفريق ذاته الذي قام بتصميم كاسحة الجليد «كرونبرينس هاكون» *Kronprins Haakon*، التي بُنِيت لصالح المعهد القطبي النرويجي في ترومسو. وبانطلاق كرونبرينس هاكون في أولى رحلاتها العلمية في عام 2018، سوف تخطو بالباحثين النرويجيين خطوة مهمة نحو وصولهم إلى البحار القطبية الشمالية، إذ ستحل محلّ سفينة أصغر، تحمل عددًا أقل من العلماء، وتتعامل مع كميات بسيطة فقط من الجليد. يقول مدير المشروع، أويستاين ميكيلبورج، من المعهد القطبي النرويجي: «إنه عالَم جديد كليًّا بالنسبة لنا».

فوق الجليد

في غضون أسابيع، ينتهي المهندسون من تصميم سفينة أتينبورو، وسيبدأ العمال في ميرسي سايد بالمملكة المتحدة في تقطيع الفولاذ؛ من أجل بناء هيكل السفينة، ليتم تسليمها ـ كما هو مقرَّر ـ في عام 2019.

يقوم المصممون بجمْع كل ما هو متاح من الأدوات النافعة للبحوث في السفينة ذات الـ200 مليون جنيه استرليني (ما يعادل 290 مليون دولار أمريكي). سيكون على متنها مهبط لطائرات الهليكوبتر، وبخلاف سفن البحوث القطبية البريطانية الموجودة حاليًّا، سيكون هناك مخزن للطائرات أيضًا؛ ما سيتيح للعلماء الطيران إلى بحيرات وجُزُر في القطب الجنوبي، لا يمكنهم الوصول إليها بطريقة أخرى. كما سيكون هناك ثقب في جسم السفينة، يُعرف باسم «بِرْكة القمر»، يسمح للباحثين بإنزال معدات محيطية وجيولوجية بطريقة أسهل وأكثر أمنًا من تحريكها وإنزالها من جانب السفينة.

وسيتم الإبقاء على درجات الحرارة المختلفة في المختبرات، ما يسمح بالتخزين وإجراء تجارب مختلفة. كما ستكون هناك مساحة إضافية على سطح السفينة للمعدات المصنَّعة خصيصًا للرحلات المختلفة. وسيتم نقل صور حية من عمق يصل إلى 6,000 متر، عن طريق كابلات الألياف الضوئية الحديثة، من مركبة يتم التحكم فيها عن بُعْد، سيطلق عليها اسم «بوتي مكبوتفيس»، استجابةً لصوت الجماهير.

إنّ تلك القدرات البحثية الإضافية لها كلفتها، إذ تعني قضاء أيام أقلّ في دراسة العلوم الحقيقية.

تقوم هيئة مسح القطب الجنوبي البريطانية «BAS» حاليًّا بتشغيل سفينتين قطبيّتين، هما السفينة الملكية البحثية جيمس كلارك روس ذات الـ25 عامًا، المختصة بالجانب العلمي، والسفينة الملكية البحثية إيرنست شاكلتون ذات الـ21 عامًا، التي تقوم بإيصال المعدّات والأغذية والأفراد إلى قواعدها. ولتقليل تكاليف التشغيل السنوية بنسبة 20%، ستحل سفينة أتينبورو الأكبر محل السفينتين.

وبدلًا من قضاء 180 يومًا في خضمّ العلم كل عام، سيقضي العلماء البريطانيون 150 يومًا فقط. أما بقية الوقت، فسيُقضَى في نقل الحمولة. «لا أحب استخدام كلمة الحل الوسط.. لكن هناك أولويات»، كما يقول أندرو جيفريز، مدير المشروع الخاص بالسفينة الجديدة، ومهندس لدى هيئة مسح القطب الجنوبي البريطانية في كمبريدج بالمملكة المتحدة.

وقد كانت هناك مفاضلات أخرى بين البحوث والأعمال اللوجستية، إذ اضطر مصمِّمو السفينة إلى وضع مولِّدات الديزل الضخمة الخاصة بالسفينة على منصّات عازلة، حتى تسير السفينة بهدوء؛ لتجنب التشويش على دراسات الزلازل والصوتيات الحيوية. وقد يحتاج التصميم الحالي كذلك بعض التعديلات؛ لتجنب التسريبات من مخازن وقود الطائرات الهليكوبتر بشكل مباشر، في المناطق التي كان يأمل علماء المناخ في الحصول على هواء نظيف فيها، من أجل قياساتهم.

ورغم هذه المفاضلات، فالباحثون متعطشون إلى انطلاق أتينبورو. تقول كاترين لينس ـ عالمة أحياء

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



تشتمل الوشوم على قردين من فصيلة البابون، مرسومَين حول عين حورس (الصف العلوي)؛ العين التي تُعَدُّ رمزًا للحماية من الشرور.

علم الآثار

العثور على وشوم مقدسة على مومياء مصرية

تصميمات غير تقليدية تشتمل على عيون، وزهور، وحيوانات.

تريسي واتسون

تم العثور على مومياء تعود إلى عصر مصر القديمة، تحمل الكثير من الوشوم التي تمثل رموزًا مقدسة، ربما استُخدمت للتعبير عن قوى إلهية خاصة بالمرأة التي حملتها منذ أكثر من 3,000 سنة، ولتعزيزها.

وتُعَدّ هذه هي المرة الأولى التي تُكتشف فيها وشوم خاصة بمومياء مصرية من عصر الفراعنة، تُظهِر أشياء ملموسة، من بينها أزهار اللوتس على فخذي المومياء، والأبقار على ذراعها، وقرود البابون على رقبتها. ويحمل عدد قليل من مومياوات مصر القديمة الأخرى وشومًا تَظْهَر في صورة أنماط من نقط، أو خطوط متقطعة فحسب.

وتبرز من بين وشوم المومياء عينا حورس (واجيت)؛ التي ربما ترمز إلى الحماية من الشر، وتزين الرقبة والأكتاف والظهر. تقول آن أوستن، عالمة الآثار البيولوجية في جامعة ستانفورد في كاليفورنيا، التي عرضت هذه الكشوف في إبريل الماضي في اجتماع الجمعية الأمريكية للأنثروبولوجيا الحيوية في أتلانتا بولاية جورجيا: «سترى من أي زاوية تنظر منها إلى هذه المرأة زوجًا من العيون الإلهية تنظر إليك».

وقد لاحظت أوستن الوشوم وهي تفحص مومياوات لصالح المعهد الفرنسي للآثار الشرقية في القاهرة، الذي يُجْري أبحاثًا في «دير المدينة»؛ وهو بمثابة قرية، كانت يومًا ما معقلًا للفنانين القدماء الذين زَيَّنوا المقابر في وادي الملوك القريب. وبينما كانت أوستن تنظر إلى جذع مومياء بدون رأس وذراعين يعود إلى الفترة بين عامي 1300، و1070 قبل الميلاد، لاحظت علامات على الرقبة، سرعان ما أدركت أنها كانت وشومًا.

وكانت أوستن على علم بوشوم اكتُشفت في مومياوات أخرى باستخدام الأشعة تحت الحمراء (M.Samadelli *et al. J. Cult. Herit.* **16**, 753-758; 2015) التي تخترق الجلد بصورة أعمق، مقارنةً بالضوء المرئي. وباستخدام مصدر أشعة تحت حمراء، وحسّاسات للأشعة تحت الحمراء، توصلت أوستن إلى أن المومياء التي عُثر عليها في دير المدينة تحمل أكثر من 30 وشمًا، من بينها وشوم على مساحات من الجلد، ذات لون غامق جدًّا، بسبب المواد الصمغية المستخدَمة في عملية التحنيط، حتى إنّ الوشوم باتت غير ظاهرة للعين. وقامت أوستن وسيدريك جوبيل مدير المشروع الفرنسي في دير المدينة، بمَطّ الصور رقميًّا؛ للتخلص من التشوه الذي حدث للوشوم، نتيجةً لانكماش جلد المومياء.

وتحمل الوشوم التي عُثر عليها حتى الآن دلالات دينية قوية. ويرتبط الكثير منها ـ مثل الأبقار ـ بالإلهة حتحور، وهي إحدى أبرز المعبودات في مصر القديمة. وربما كان القصد من وراء الرسوم على العنق والذراعين منْح المرأة دفعة من القوى السحرية أثناء قيامها بالغناء أو العزف في الطقوس الدينية الخاصة بحتحور.

ربما تمثل الوشوم أيضًا تعبيرًا شعبيًّا عن تَدَيُّن المرأة وتقواها، حسب قول إيميلي تيتر، عالمة المصريات في معهد الدراسات الشرقية في جامعة شيكاجو بولاية إلينوي، التي تقول عن ذلك: «لم نكن على دراية بهذا النوع من التعبير مِن قَبْل»، مضيفةً أنها وعلماء مصريات آخرين «أصيبوا بالذهول» إثر الإعلان عن هذا الاكتشاف.

وقد اكتشفت أوستن حتى الآن ثلاث مومياوات أخريات تحمل وشومًا في دير المدينة، وتأمل في أن تكشف التقنيات الحديثة عن المزيد من المومياوات في أماكن أخرى. ■

ANNE AUSTIN

سفن المستقبل

بينما يؤدي التغير المناخي إلى تغيرات في البحار القطبية، تقوم الدول حاليًّا بتحديث قدراتها للقيام بالبحوث في هذه المياه المنثور فيها الثلج.

العدد التقريبي للعلماء على متن السفينة

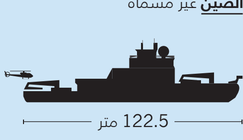
النرويج كرونبرينس هاكون



100 متر

القدرة على تكسير الجليد: حوالي متر واحد
تاريخ الانطلاق: 2017
التكلفة: 1.4 مليار كرونر (ما يعادل 170 مليون دولار أمريكي)
العلماء: 35

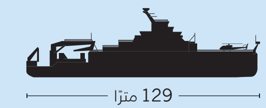
الصين غير مسماة



122.5 متر

القدرة على تكسير الجليد: 1.5 متر
تاريخ الانطلاق: 2019
التكلفة: غير معلنة
العلماء: 49

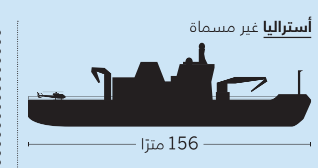
المملكة المتحدة سفينة البحوث الملكية سير ديفيد أتينبوروه



129 مترًا

القدرة على تكسير الجليد: متر واحد
تاريخ الانطلاق: 2019
التكلفة: 200 مليون جنيه استرليني (ما يعادل 290 مليون دولار أمريكي)
العلماء: 60

أستراليا غير مسماة



156 مترًا

القدرة على تكسير الجليد: 1.65 متر
تاريخ الانطلاق: 2020
التكلفة: 529 مليون دولار أسترالي (ما يعادل 380 مليون دولار أمريكي)
العلماء: 116

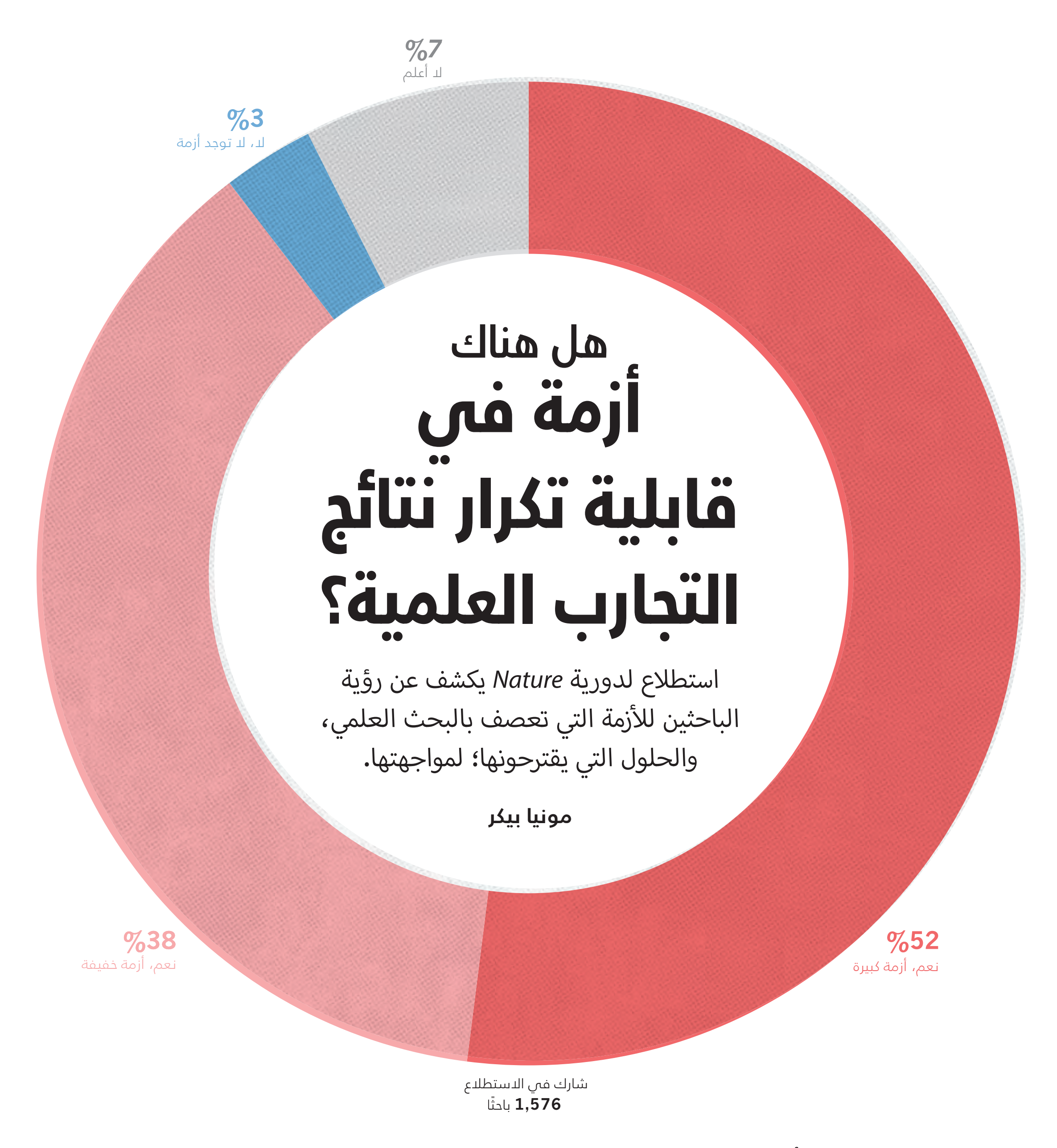
ألمانيا غير مسماة

حوالي 120 مترًا

القدرة على تكسير الجليد: 1.5 متر
تاريخ الانطلاق: 2020
التكلفة: غير معروفة
العلماء: ~50

متخصصة في أعماق البحار في هيئة مسح القطب الجنوبي البريطانية ـ إن السفينة لن تقوم فقط بالسير خلال الجليد الأكثر كثافة، وحمْل عدد أكبر من العلماء، لكنها ستكون أيضًا قادرة على استكشاف بيئات أعمق، أكثر من أيّ سفينة بحثية بريطانية أخرى. ومن شأن ذلك أن يسمح لها بالقيام بأول جمْع مباشر للعيِّنات من خندق ساوث ساندويتش، الواقع في جنوب المحيط الأطلسي، ويبلغ عمقه 8.5 كيلومتر. تقول: «ربما نجد هناك نظامًا بيئيًّا جديدًا، لا نعلم عنه شيئًا بعد. إن وجود سفينة جديدة أمر مشوق للغاية؛ ولا يحدث ذلك سوى مرة كل 30 إلى 40 عامًا». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



حاوَلَ أكثر من 75% من الباحثين تكرار نتائج تجارب أجراها علماء آخرون؛ وفشلوا في ذلك، بل إن أكثر من نصفهم فشلوا في تكرار نتائج تجاربهم الخاصة. ونعرض هنا بعض الأرقام الكاشفة، التي أسفر عنها استطلاع لدورية *Nature*، شارك فيه 1,576 باحثًا، أجابوا عن استبيان قصير على الإنترنت حول قابلية تكرار نتائج التجارب العلمية.

كشفت البياناتُ المواقفَ المتناقضة في بعض الأحيان تجاه تكرار نتائج التجارب العلمية. فعلى الرغم من أن 52% ممن شاركوا في الاستطلاع يتفقون على أن هناك «أزمة» فادحة في تكرار نتائج التجارب العلمية، إلا أن أقل من 31% منهم يرون أن الفشل في تكرار النتائج المنشورة يشير إلى خطأ في النتائج على الأرجح، ومعظمهم يقولون إنهم ما زالوا يثقون في الدراسات والأبحاث المنشورة.

وتُعَدّ البيانات المتوفرة حول كمية الأبحاث العلمية مكررة النتائج نادرةً وغير مشجعة بصفة عامة. وتفيد تحليلات شهيرة بأن نسبة نجاح تكرار نتائج الأبحاث تبلغ 40% في مجال علم النفس[1]، و10% في مجال علم بيولوجيا السرطان[2]، غير أن المشاركين في الاستطلاع كانوا أكثر تفاؤلًا، فقد قال 73% منهم إنهم يعتقدون أنه يمكن الثقة في نصف الأوراق البحثية على الأقل في تخصصهم، وأظهر المتخصصون في الفيزياء والكيمياء المعدَّلات الأعلى من الثقة.

تعكس النتائج صورة محيِّرة عن مواقف الباحثين إزاء هذه الإشكاليات، على حد قول أرتورو كاساديفال، عالِم الأحياء الدقيقة في كلية جون هوبكنز بلومبيرج للصحة العامة في بالتيمور بميريلاند. يقول: «في الوقت الحالي، لا يوجد إجماع على تعريف «قابلية نتائج التجارب للتكرار»، أو ما ينبغي أن يكون عليه هذا التكرار». ويؤكد أن مجرد إدراك هذه الحقيقة يُعَدّ خطوة إلى الأمام. ويضيف: «ربما تكون الخطوة التالية هي تحديد المشكلة، والحصول على إجماع حول ذلك التحديد».

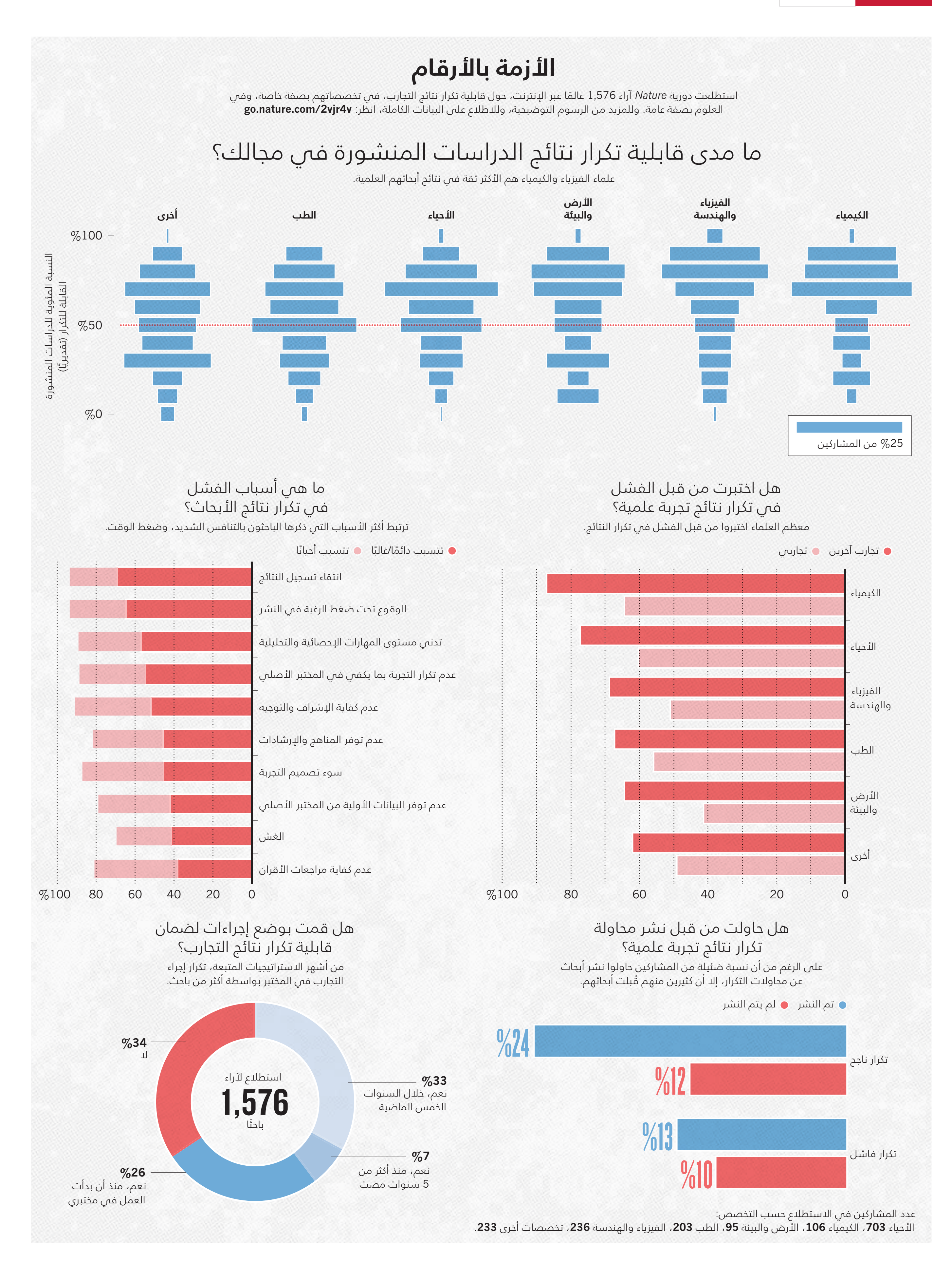
ويُعَدّ الإخفاق في تكرار نتائج التجارب أمرًا اعتياديًّا، حسبما يقول ماركوس مونافو، المتخصص في علم النفس الحيوي في جامعة بريستول بالمملكة المتحدة، والمهتم منذ أمد طويل بتكرار نتائج التجارب العلمية. يقول: «عندما كنت طالبًا، حاولت تكرار نتائج التجارب العلمية البسيطة، لكنني لم أستطع؛ مما أصابني بأزمة ثقة، لكنني علمتُ بعد ذلك أن ما مررتُ به ليس أمرًا غير عادي».

ولا يكمن التحدي في القضاء على المشكلات التي تعترض تكرار نتائج التجارب العلمية المنشورة فقط. يقول مونافو إن الاكتشافات العلمية الجديدة والمستمرة تعني أن النتائج ـ في بعض الأحيان ـ لن تكون قوية. ويضيف: «نريد اكتشاف أشياء جديدة، ولكنْ في الوقت نفسه، لا نريد ترك الكثير من النتائج الزائفة المضلِّلة لمَنْ بعدنا».

نطاق تكرار نتائج التجارب

إنّ عملية غربلة الاكتشافات؛ لاستبعاد النتائج الزائفة، قد تكون محرجة. وبالرغم من تصريح الغالبية العظمى من المشاركين في الاستطلاع بأنهم أخفقوا في تكرار تجارب علمية، فإن أقل من 20% منهم قالوا إن باحثًا آخر تواصَل معهم بخصوص عدم تَمَكُّنه من تكرار تجاربهم (انظر: «الأزمة بالأرقام»). وقد تشابهت نتائج هذا الاستطلاع إلى حد مدهش مع نتائج استطلاع آخر على الإنترنت، شارك فيه 900 شخص من أعضاء الجمعية الأمريكية لعلم الأحياء الخلوي (انظر: go.nature.com/kbzs2b). وربما تعزى ندرة الاتصالات بين الباحثين إلى صعوبة إجرائها؛ فإذا تواصل الباحثون الذين يكررون التجربة مع الباحثين الأصليين؛ طلبًا للمساعدة، فإنهم يخاطرون بإظهار أنفسهم بمظهر المتشكِّك، أو غير الكفء، وربما يعرِّضون خصوصية مشروعاتهم للانتهاك.

وصرَّح عدد قليل للغاية من المشاركين في الاستطلاع بأنهم حاولوا نشر نتائج تجارب مكررة. وعندما يفشل الباحثون في تكرار نتيجة تجربة ما، غالبًا ما يفترضون أن هناك سببًا وجيهًا تمامًا



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ـ وعلى الأرجح ممل ـ لهذا الفشل، فضلًا عن أنه ليس هناك حافز قوي لنشر الأبحاث التي تتضمن نجاحًا لتكرار نتائج التجارب، وتتحاشى الدورياتُ نشر نتائج التجارب الفاشلة. في الواقع، قال عدة مشاركين في الاستطلاع ـ ممن نشروا دراسات حول الفشل في تكرار نتائج التجارب ـ إن المحررين والمراجعين طالَبوهم بالتخفيف من حدة المقارنة بالدراسة الأَصلية.

ومع ذلك.. أوضح 24% من المشاركين أنهم تمكَّنوا من نشر أبحاث حول تجارب مكررة ناجحة، بينما قال 13% منهم إنهم نشروا دراساتهم حول الفشل في تكرار نتائج التجارب، غير أن الموافقة على النشر كانت أكثر تكرارًا من الرفض، فقد ذكر 12% فقط من المشاركين إنهم لم يستطيعوا نشر محاولات ناجحة لتكرار نتائج تجارب الآخرين، بينما قال 10% فقط إنهم لم يستطيعوا نشر محاولاتهم الفاشلة.

كان إبراهيم الأحمد ـ أحد المشاركين في الاستطلاع، والباحث في مركز علوم الصحة بجامعة تكساس التقنية في أماريلو ـ يتوقع «رفضًا باردًا وجافًّا» عندما حاول نشر دراسة يشرح فيها سبب فشل إحدى تقنيات الخلايا الجذعية معه، لكنه تلقَّى مفاجأة مدهشة عندما تمت الموافقة على نشر الدراسة[3]. والسبب ـ من وجهة نظره ـ أنه قَدَّم حلًّا للمشكلة التي عرضها.

يرى آخرون أن القدرة على نشر دراسات أو أوراق عن تكرار نتائج تجربة هي مزيج من الحظ، والمثابرة، وأهواء المحرِّرين. يقول مايكل آدامز ـ أحد المشاركين في الاستطلاع، واستشاري تطوير الأدوية ـ إن هناك دراسة تم رفضها ست مرات، حيث كشفت عن أخطاء فادحة في نموذج حيواني لبحوث مرض السكري. ويعزو ذلك جزئيًّا إلى أنها لم تكشف عن دواء بديل، في حين أن دراسة تفنِّد فعالية مركّب لعلاج مرض «تشاجاس» Chagas تمت الموافقة على نشرها بسرعة[4]، حسب قوله.

الإجراءات التصحيحية

قال ثلث المشاركين في الاستطلاع إن مختبراتهم قد اتخذت إجراءات ملموسة لتحسين قابلية نتائج التجارب للتكرار في السنوات الخمس الماضية. وقد تراوحت المعدلات من 41% في الطب إلى 24% في الفيزياء والهندسة. وكشفت الردود عن الأسئلة المفتوحة في الاستطلاع أن إعادة تجربة ما، أو مطالبة شخص آخر في المختبر بتكرارها، تُعَدّ من أكثر الممارسات شيوعًا. ومن الممارسات الشائعة كذلك.. تلك الجهود المبذولة في توثيق وتوحيد معايير الطرق التجريبية.

يُعَدّ كل واحد من هذه الجهود مشروعًا ضخمًا في ذاته. تقول طالبة دراسات عليا في قسم الكيمياء الحيوية في المملكة المتحدة، طلبت عدم ذكر اسمها، إن جهود تكرار التجارب في مشروعات مختبَرها تستهلك ضِعْف الوقت والمواد، فضلًا عن الوقت المستغرَق في محاولة تحديد المشكلة، عندما يتكرر فشل بعض عناصر التجربة. ورغم أن التكرار ـ على حد قولها ـ يعزز الثقة في النتائج، إلا أن التكلفة المرتفعة تجعلها تعيد فحص المشروعات المبتكرة، والنتائج غير المتوقعة فقط.

يُعَدّ توحيد طرق التجارب مشروعًا في حد ذاته، كما تقول لورا شانكمان، باحثة ما بعد الدكتوراة، التي تدرس خلايا العضلات الملساء في جامعة فيرجينيا في شارلوتسفيل. فبعد أن غادر مختبرها عدة باحثين من طلاب الدراسات العليا ومرحلة ما بعد الدكتوراة، في فترة زمنية قصيرة، وجد الباحثون الباقون صعوبة في الحصول على نتائج ثابتة لتجاربهم. ولذلك.. قرر المختبر التوقف لبعض الوقت عن طرح أسئلة جديدة لتجارب جديدة، ليركِّز على تكرار الأعمال المنشورة، مما أدى إلى انخفاض وتيرة الأعمال المنجزة بصورة تدريجية. وتعتقد لورا أن المختبَر وَفَّر المال بحصوله على نتائج متزامنة للتجربة نفسها، بدلًا من الاكتشاف التدريجي لأسباب فشل التجارب، وهو الأمر الذي يمثل استثمارًا طويل الأمد.

يرى إراكلي لولادز ـ المتخصص في علم الأحياء الرياضي في كلية بريان للعلوم الصحية في لينكولن بولاية نبراسكا ـ أن الجهود المبذولة لضمان قابلية تكرار نتائج التجارب قد تزيد الوقت المبذول في أي دراسة أو بحث بنسبة 30%، حتى في دراساته النظرية؛ إذ ينبغي عليه أن يتأكد من أن كل الخطوات، بدءًا من البيانات الخام إلى الشكل النهائي، يمكن تتبُّعها وتكرارها، ولكنْ سرعان ما تصبح عملية الفحص هذه جزءًا من العمل نفسه. يقول: «إن تكرار التجارب يشبه استعمال الفرشاة لتنظيف الأسنان. إنّ هذا العمل مفيد لصحتك، لكنه يستغرق وقتًا وجهدًا، غير أنه يصبح عادةً، بمجرد أنْ تتعلمه».

يُعَدّ التسجيل المسبق أحد الأساليب الشائعة لتعزيز قابلية نتائج التجارب للتكرار، حيث يقدِّم العلماء فرضياتهم وخططهم لتحليل البيانات إلى طرف ثالث قبل إجراء التجربة؛ لمنع انتقاء تسجيل النتائج البارزة إحصائيًّا في وقت لاحق. وقد أتى على ذِكْر هذه الاستراتيجية أقل من 12 مشاركًا، منهم هان واتكنز، طالبة الدراسات العليا، التي تدرس «اتخاذ القرار الأخلاقي» في جامعة ميلبورن في أستراليا، والتي تقول إن عودتها إلى الأسئلة الأصلية بعد جمْع البيانات حالت بينها وبين الوقوع في فخ التحيز. وعلى الرغم من أن العملية تستهلك الكثير من الوقت، إلا أنها ليست مضنيةً كالحصول على الموافقات الأخلاقية، أو صياغة أسئلة الاستطلاعات. تقول واتكنز: «إذا بُنِيَ كل شيء من البداية بالطريقة الصحيحة؛ فإن ذلك يصير جزءًا من روتين إجراء أيّ دراسة».

«تكرار التجارب يشبه استعمال الفرشاة لتنظيف الأسنان؛ حيث يصبح هذا الأمرُ عادةً بمجرد أن تتعلمه».

السبب

طَرَحَ الاستطلاعُ أسئلةً حول الأسباب التي أدَّت إلى ظهور الأزمة في قابلية نتائج التجارب للتكرار. وقال أكثر من 60% من المشاركين إن السبب يُعزى دائمًا ـ أو في معظم الأحيان ـ إلى أحد عاملين: الوقوع تحت ضغط الرغبة في النشر، وانتقاء تسجيل النتائج. وأشار أكثر من نصف المشاركين إلى عدم تكرار التجربة بما يكفي في المختبر الأصلي، وضَعْف كل من الإشراف، والمهارات الإحصائية. وأشارت نسبة أقل من المشاركين إلى عقبات أخرى، مثل التباين في وسائل الاختبار، واستخدام أساليب متخصصة من الصعب تكرارها.

كل هذه العوامل ـ حسب قول جوديث كيمبل، المتخصصة في علم الأحياء الإنمائي في جامعة ويسكونسن ماديسون ـ يتفاقم تأثيرها بسبب الأجواء السائدة، مثل التنافس على المِنَح والمناصب، وتزايد وطأة البيروقراطية التي تقتطع من الوقت المخصَّص لإجراء الأبحاث وتصميمها. وتضيف كيمبل: «في هذه الأيام، الجميع مضغوطون ومُشَتَّتو الجهود». وتتجاوز تكلفة ذلك ميزانية أي مشروع بحثي. فعندما يتدرب طلاب الدراسات العليا في مختبرات لا يجد فيها الباحثون الأقدم الوقت لتدريبهم، فإنهم قد يتجهون إلى إنشاء مختبراتهم الخاصة، دون أن يكون لديهم نموذج يحتذون به لإنجاح التدريب والإشراف. وتتابع قائلة: «سيرحلون، وستصبح الأمور أسوأ».

ما الذي يمكن فعله؟

طُلب من المشاركين في الاستطلاع تقييم 11 وسيلة مختلفة؛ لتحسين قابلية تكرار نتائج التجارب العلمية. وحصلت الطرق جميعها على تأييد المشاركين، فحوالي 90% ـ أي أكثر من ألف باحث ـ اختاروا حلولًا محددة، مثل «تصميم أكثر متانة للتجربة»، و«إحصائيات أفضل»، و«إرشاد أفضل». وحَلَّت هذه الخيارات في مرتبة أعلى من خيار إعطاء الحوافز ـ مثل التمويل، والتثبيت في العمل ـ كممارسة تُحَسِّن من قابلية تكرار النتائج، لكنْ حتى الخيارات التي حَلَّت في مرتبة أقل ـ قوائم الفحص والمراجعة ـ حصلت على تأييد 69% من المشاركين.

استهدف هذا الاستطلاع ـ الذي تم إرساله بالبريد الإلكتروني لقرّاء دورية *Nature*، وتم الإعلان عنه في مواقع الويب وصفحات التواصل الاجتماعي التابعة لها على أنه استطلاع «حول قابلية تكرار نتائج التجارب» ـ اجتذاب مشاركين متحمسين، وعلى وَعْي جيد بمشكلة قابلية تكرار نتائج التجارب. وعلى أي حال، فإن نتائج الاستطلاع تبيِّن أن الدوريات، وجِهات التمويل، والمؤسسات البحثية التي تدعم السياسات الرامية إلى حل المشكلة ستكون موضع ترحيب على الأرجح، حسب قول جون إيوانيديس، الذي يدرس «الرسوخ العلمي» scientific robustness في جامعة ستانفورد في كاليفورنيا. ويضيف قائلًا: «سيرحب الباحثون ـ على الأرجح ـ بمثل هذه المبادرات». ويعتقد حوالي 80% من المشاركين أن المموِّلين والناشرين ينبغي عليهم أن يبذلوا مزيدًا من الجهد؛ من أجل تحسين قابلية تكرار نتائج التجارب.

يقول مونافو: «من الجيد أنْ نعرف أنّ الباحثين لديهم وعي بالتحديات، وأنهم منفتحون على طيف من الطرق المباشرة لتجاوزها». ولأن هذه الأفكار تحظى في الوقت الحالي بمناقشات على نطاق واسع، حتى في وسائل الإعلام التقليدية، فقد يكون من المهم أَخْذ زمام المبادرة الآن. ويضيف مونافو: «إذا لم نفعل شيئًا الآن؛ فسنُفَوِّت الفرصة، وسيسأم الناسُ من إخبارهم باستمرار بأنّ عليهم أنْ يفعلوا شيئًا». ■

مونيا بيكر كاتبة ومحررة لصالح دورية *Nature* في سان فرانسيسكو، كاليفورنيا.
دان بيني ساعدت في تنفيذ الاستطلاع، وتحليله.

1. Open Science Collaboration *Science* http://dx.doi.org/10.1126/science.aac4716 (2015).
2. Begley, C. G. & Ellis, L. M. *Nature* **483,** 531–533 (2012).
3. Patel, R. & Alahmad, A. J. *Fluids Barriers CNS* **13,** 6 (2016).
4. da Silva, C. F. *et al. Antimicrob. Agents Chemother.* **57,** 5307–5314 (2013).



JASON EDWARDS/GETTY

فن خلط المعادن

يعمل علماء المعادن على إنتاج جيل جديد من السبائك بخواص رائعة.. أقوى، وأصلب، وأكثر مرونة.. وذلك باستخدام وصفة جديدة بسيطة.

جياوشي ليم

للوهلة الأولى، يبدو الجهاز كما لو كان يبني نموذجًا مصغرًا لمدينة. حلقة من الفوهات تُطْلِق أربعة نفثات من مساحيق معدنية نحو شعاع ليزر مُوَجَّه إلى أسفل، حيث يقوم بدمج حبيبات المعدن المتصادمة، وسط توهُّج برتقالي اللون. ومن ثم، تجمد الحبيبات المختلطة على الطرف النامي لعمود صغير من سبيكة معدنية. وعندما يصل ارتفاع العمود إلى 1-2 سم؛ تنزاح المنصة التي تُمْسِك به جانبًا، ويبدأ الجهاز بناء عمود آخر بجوار الأول تمامًا. وفي نهاية الأمر، يبدو الناتج كنموذج لغابة من ناطحات السحاب.

إن هذه الأبراج التي تُنتج في مختبر «إيميز» Ames في ولاية أيوا الأمريكية تعكس في الواقع تحولًا كبيرًا في نظرة الباحثين للسبائك المعدنية. فالوصفة الأساسية ـ التي استُخدمت في نطاقات مختلفة، بدايةً من السيوف والنصال القديمة، حتى توربينات المحركات النفاثة الحديثة ـ تتلخص في أخذ معدن مفيد، ومَزْجه بقليل من هذا العنصر أو ذاك؛ لتحسين خصائصه. ومن الأمثلة التقليدية على ذلك.. إضافة الكربون إلى الحديد؛ لإنتاج الفولاذ.

والجهاز الموجود في مختبر «إيميز» ينتج عيِّنات تجريبية من سبائك ذات «قصور حراري عالٍ»، تتكون من أربعة أو خمسة عناصر، أو أكثر، مختلطة معًا بنسب متساوية تقريبًا. هذه الوصفة ـ التي تبدو بسيطة ـ قد تسفر عن سبائك أخف وأقوى من نظيراتها التقليدية، في حين تتصف بمقاومة أكبر للتآكل، أو الإشعاع، أو التلف الشديد. ويأمل الباحثون أن تؤدي هذه الطريقة في النهاية إلى إنتاج سبائك معدنية لها خواص مغناطيسية أو كهربائية لم يسبق لها مثيل، مما يؤدي إلى بزوغ أجيال جديدة تمامًا من التكنولوجيا.

يقول يونج تشانغ، عالِم مواد بالمختبر الوطني الرئيس للمعادن والمواد المتطورة بجامعة العلوم والتقنية في بكين SKL: «بحثنا في كل شيء تقريبًا حول السبائك المعدنية التقليدية. وفيما يتعلق بالسبائك عالية القصور الحراري، يُعتبر هذا العِلْم جديدًا جدًّا». وفي الحقيقة هو جديد جدًّا لدرجة أنه لم تتمكن أيٌّ سبيكة من مثل تلك السبائك من الخروج من المختبَر إلى السوق، لكنْ هناك باحثون يعملون على تحقيق ذلك، حيث يتطلعون إلى تطبيقات محتملة، بدايةً من تبطين الأفران عالية الحرارة، حتى مواد للطيران، تمتاز بخفة فائقة في الوزن. وقد اجتذبت البحوث في هذا المجال تمويلات من وكالات بحثية في الصين، وأوروبا، والولايات المتحدة، وأماكن أخرى.

يمكن استخدام السبائك عالية القصور الحراري في صنع رِيَش المحركات النفاثة، التي ترتفع درجة حرارتها بشكل أكبر.

يقول دانييل ميراكل، عالم مواد في مختبر بحوث القوات الجوية في قاعدة القوات الجوية «رايت باترسون» في أوهايو: «إننا لا نتحدث عن فئة صغيرة من المواد، بل عن فلسفة عريضة للغاية لكيفية الجَمْع بين العناصر. إن فرصة العثور على شيء جديد ومثير عالية جدًّا». في العام الماضي، قَدَّر ميراكل وزملاؤه[1] ما يمكن إنتاجه بنحو 313,560 سبيكة مختلفة، عن طريق جمع نِسَب متساوية تمامًا من 3، أو 4، أو 5، أو 6 عناصر معدنية من مجموعة تضم 26 عنصرًا فقط؛ كما يمكن زيادة الاحتمالات عن طريق تغيير النِّسَب أو توسيع خيارات العناصر.

ليس بالضرورة أن تنجح كل التركيبات، وذلك وفقًا لقول إيسو جورج، وهو مهندس مواد بجامعة الرور في بوخوم بألمانيا. ولا زال العلماء يتعلمون ويستكشفون ما يصلح للعمل، وما لا يصلح. يقول جورج: «إن المساحة المتوفرة للاستكشاف ضخمة حقًّا، وقد نظرنا إلى جزء ضئيل فقط من الكون».

طرأت فكرة السبائك عالية القصور الحراري لأول مرة على عالِم المعادن جين وي يه في عام 1995، بينما كان يقود سيارته وسط الريف التايواني. كانت فيزياء السبائك التقليدية مفهومة بشكل جيد في ذلك الوقت، كما يقول يه، الذي يعمل الآن في جامعة تسينج هوا

الوطنية في هسينشو بتايوان. على المستوى الذري، لدى المعادن النقية هيكل بلوري منتظم، تُرَصّ فيه الذرات المتطابقة طبقةً فوق الأخرى. وفي كثير من الأحيان تنزلق تلك الطبقات على بعضها البعض بسهولة، الأمر الذي يجعل المعدن لَيِّنًا جدًّا لدرجة تجعله غير مفيد؛ ولهذا السبب.. نادرًا ما يُستخدم الذهب الخالص في صناعة الحليّ، إذ لن يتحمّل التلف الذي يسببه الاستخدام. أمّا إذا قام الصائغ بإضافة عنصر ذي حجم ذري مختلف؛ فسيقوم العنصر الدخيل بإرباك الطبقات بشكل عشوائي؛ مما يحدّ من ميلها للانزلاق فوق بعضها، ما تنشأ عنه سبيكة أصلب بكثير. ومن خلال الاختيار الصحيح للمركّبات، يمكن لعلماء المعادن صياغة خصائص أخرى أيضًا، مثل مقاومة التآكل، أو درجة الانصهار.

كان يه على دراية أيضًا بالمضاعفات المحتملة: إذا ما قمنا مثلًا بإضافة كمية أكبر من عنصر صناعة السبائك، قد تتوقف ذرّاته عن التوزع عشوائيًّا بين الطبقات، بل وستبدأ في التناوب مع ذرّات المعدن الأساسية بنمط أكثر انتظامًا، منتِجةً مركّبًا ضعيفًا وهَشًّا.

وقد أوحى له ذلك بفكرة مختلفة، إذ تساءل يه: بدلًا من البدء بمادة ابتدائية واحدة، وإضافة كميات صغيرة من عنصر أو عنصرين، لِمَ لا نخلط كميات متماثلة من أربعة أو خمسة عناصر معًا، أو حتى أكثر من ذلك؟ إن عدد الطرق التي يمكن لمختلف الذرّات ترتيب نفسها بها سيزداد بشكل كبير؛ ما سيؤدي إلى ظهور ميل نحو الفوضى، أو «القصور الحراري العالي»، الذي سيطغى على أي انحياز لصالح بِنْيَة شبكة بلورية منتظمة. ونظرًا إلى أن كل عنصر من العناصر المخلوطة عشوائيًّا سيكون له حجم مختلف، ستقبع الذرات في مكانها، وستصبح أقل قدرة على الانزلاق فوق بعضها؛ ما يُنْشِئ مادة صلبة وقوية للغاية (انظر: «صلبة وقوية»).

كانت الفكرة غريبة في ذلك الوقت، وأعطاها يه أولوية متأخرة، حتى في مختبره الخاص، إلى أن نجح فريقه البحثي في عام 2004 ـ لأول مرة ـ في خلط 5 إلى 10 عناصر معًا[2]؛ ما أدَّى إلى إنتاج سبائك أصلب بكثير من الفولاذ المقاوِم للصدأ. كما أعلنت مجموعة أخرى بشكل مستقل عن توصُّلها إلى نتائج مماثلة في الوقت نفسه تقريبًا[3].

حيرة في الاختيار

مِن هنا، بدأ المجال في التحرك بسرعة. ففي عام 2009، قام[4] تشانغ بوصف سبيكة تتكون من الكوبالت، والكروم، والنحاس، والحديد، والنيكل، والألومنيوم، كانت أقوى من الألومنيوم النقي بأكثر من 14 مرة، لكنها كانت أكثر ليونة بحوالي 3 مرات (الليونة هي قدرة المعدن على التمدد، دون أن ينكسر). وفي عام 2011، قام[5] يه بابتكار سبيكة من الكوبالت، والكروم، والحديد، والنيكل، والألومنيوم، والتيتانيوم، كان لها ضِعف مقاومة التضرر من الاحتكاك الخاصة بالفولاذ التقليدي المقاوِم للتلف. وفي عام 2014، قام[6] جورج وفريقه بإعداد سبيكة من الكوبالت، والكروم، والحديد، والمنجنيز، والنيكل، يمكن تبريدها لدرجات حرارة أقل من النيتروجين السائل، دون أن تصير هشة. ويمكن الاستفادة من تلك المادة في صنع الأوعية المبرِّدة، وخطوط أنابيب الغاز الطبيعي، وفي غير ذلك من تطبيقات منخفضة الحرارة، مثل المَركبات الفضائية.

ومع ذلك.. قد يكون أفضل ما في السبائك عالية القصور الحراري ـ والعدد الهائل من الاحتمالات ـ في كثير من الأحيان هو ذلك التحدي الأكبر الذي تحمله للباحثين. ومع وجود أكثر من 80 عنصرًا معدنيًّا في الجدول الدوري، حسب قول ميراكل، «هناك عدد كبير جدًّا من السبائك التي لا بد من اختبارها، ولا يوجد ما يكفي من الوقت». وفي عمله على السبائك عالية القصور الحراري، التي يمكن استخدامها لمحركات وهياكل الطائرات، يبحث ميراكل عن مواد أخفّ وزنًا وأكثر مقاومة للتآكل من أي شيء آخر متوفر حاليًّا، وأكثر قدرة على الحفاظ على قوتها في درجات الحرارة العالية أيضًا. وللتعامل مع وفرة الخيارات، يركِّز ميراكل على عناصر معينة، مثل النيوبيوم، والتنتالوم، والكروم، لها درجات انصهار عالية.

ومن الاستراتيجيات الأخرى الممكن اتباعها.. محاولة تكرار خصائص السبائك التي يُعرف عنها أنها تعمل بشكل جيد. على سبيل المثال.. هناك أنواع من الفولاذ، ليست مجرد خليط عشوائي من الذرات، بل تحتوي على عقد صغيرة من المركّبات التي تتشكل مع التبريد السريع للفولاذ. ورغم أن مثل هذه البِنْيَة المركّبة أقل استقرارًا من الخليط العشوائي، إلا أنها تمنح الفولاذ ليونة عالية. ومن ثم، استخدم جيم طاسان ـ عالِم معادن بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج ـ تلك المعلومات لمَزْج الحديد، والمنجنيز، والكوبالت، والكروم معًا؛ منتِجًا سبيكة عالية القصور الحراري[7]، تمتاز بصلابة وليونة عاليتين جدًّا في الوقت نفسه، وهما صفتان بَدَتَا في وقت من الأوقات غير متوافقتَين بالمرّة. يقول طاسان: «ليس من المنطق أن نتخلَّى عن كل ما نعرف».

أما ناطحات السحاب الصغيرة في مختبَر «إيميز»، فهي تمثل نهجًا آخر أكثر انتظامًا، إذ يستطيع الجهاز صنع ما يصل إلى 30 عمودًا في أقل من ساعة بخلطة من مواد خام مختلفة بعض الشيء لكل عمود، كي يتمكن الباحثون من اختبار خصائص عديد من السبائك بشكل سريع. فمثلًا، يقود ماثيو كريمر ـ عالِم مواد بمختبر «إيميز» ـ مشروعًا لاكتشاف سبائك عالية القصور الحراري، يمكنها تحمُّل درجات الحرارة العالية، ومقاومة التآكل، وقد تساعد محطات توليد الطاقة على العمل عند درجات حرارة أعلى، وأن تصبح أكثر كفاءة.

يقوم بمساعدة الفريق دوين جونسون، وهو عالِم نظري بالمختبر، كان قد أنشأ في عام 1995 خوارزمية للتنبؤ بخصائص السبائك التقليدية قبل صنعها[8]؛ وفي عام 2015، قام جونسون بتضخيم نطاق الخوارزمية؛ لتشمل السبائك عالية القصور الحراري[9]. تقيِّم تلك الخوارزمية مدى انجذاب كل عنصر في السبيكة إلى الآخر، أو تنافره؛ ومن ثم تستخدم تلك المعلومات للتنبؤ بما إذا كان مزيج من العناصر سيشكل مُرَكَّبًا، أم محلولًا صلبًا، أم خليطًا من الاثنين. ومن شأن ذلك أن يمكِّن فريق كريمر من تحديد السبائك التي تستحق المزيد من الدراسة. وبعد ذلك.. يُعاد إدخال النتائج التجريبية في الخوارزمية؛ للتحقُّق من صحة الخوارزمية؛ ولتحسينها.

هذا.. وتظل هناك عدة عقبات، ينبغي التغلب عليها؛ من أجل المضي قُدُمًا بالبحوث في مجال السبائك عالية القصور الحراري. فحتى الآن، ينصّب التركيز على تحسين الخصائص البنيوية، كالقوة مثلًا، والأعمال التي تمت على تطوير سبائك بخصائص «وظيفية» محددة كانت أقل بكثير، وتشمل التوصيل أو الاستجابة للمجال المغناطيسي، وهو تطوُّر يمكن أن يؤدي إلى ظهور تطبيقات في نطاقات أخرى، كعملية التبريد، والأجهزة الإلكترونية.

ومع ذلك.. هناك احتمالات عديدة لم تُستكشَف بعد، خاصةً مع بدء الباحثين في مدّ الفكرة لما يتخطى تعريفها الأصلي بكثير، فتشانغ مثلًا يقوم بخلط المعادن مع عناصر محددة، مثل الكربون، والنيتروجين، والسيليكون، في محاولة لتطوير مواد سيراميكية جديدة؛ تتحمل درجات الحرارة العالية؛ لاستخدامها في تطبيقات الطاقة الشمسية.

وقد بدأ علماء آخرون ـ منهم طاسان، وييه ـ في إجراء تجارب على سبائك تحتوي على عناصر مخلوطة بنِسَب عالية، لكن متفاوتة. وتشير نتائجهم الأوّلية إلى أن سبائك كثيرة من تلك السبائك لا تزال تحتفظ بكل الخصائص التي تجعل السبائك عالية القصور الحراري مرغوبةً في المقام الأول. فمثلًا، قام يه بتحضير مجموعة من المواد الصلبة ـ التي تتكون بنسبة 50% من النيتروجين، أو الكربون، أو الأكسجين ـ مع خليط من عناصر أخرى، كالألومنيوم، أو السيليكون، أو التيتانيوم، يمكنها مقاومة الخدش. ويمكن استخدام تلك المواد لطلاء أجزاء الآلات وأدوات التقطيع؛ لتوفير حماية طويلة الأمد. يقول جورج: «نملك الآن مجالًا غنيًّا جدًّا للاستكشاف». ■

متينة وقوية

عن طريق خلط عدة معادن بنسب متساوية تقريبًا، يمكن للسبائك ذات الحمل الحراري العالي أن توفر مزيجًا فريدًا بين مقاومة الخضوع، ومتانة الكسر.

SOURCE: ADAPTED FROM FIG. 4 IN GLUDOVATZ, B. ET AL. NATURE COMMUN. 7, 10602 (2016).

جياوشي ليم كاتبة حرة، مستقرة في سنغافورة.

1. Senkov, O. N., Miller, J. D., Miracle, D. B. & Woodward, C. *Nature Commun.* **6,** 6529 (2015).
2. Yeh, J.-W. *et al. Adv. Eng. Mater.* **6,** 299–303 (2004).
3. Cantor, B., Chang, I. T. H., Knight, P. & Vincent, A. J. B. *Mater. Sci. Eng. A* **375–377,** 213–218 (2004).
4. Wang, F., Zhang, Y., Chen, G. & Davies, H. A. *Int. J. Mod. Phys. B* **23,** 1254–1259 (2009).
5. Chuang, M.-H., Tsai, M.-H., Wang, W.-R., Lin, S.-J. & Yeh, J.-W. *Acta Mater.* **59,** 6308–6317 (2011).
6. Gludovatz, B. *et al. Science* **345,** 1153–1158 (2014).
7. Li, Z., Pradeep, K. G., Deng, Y., Raabe, D. & Tasan, C. C. *Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature17981 (2016).
8. Althoff, J.D., Johnson, D.D. & F. J. Pinski *Phys. Rev. Lett.* **74,** 138 (1995).
9. Singh, P., Smirnov, A. V. & Johnson, D. D. *Phys. Rev. B* **91,** 224204 (2015).

ANNA TÄRNHUVUD

تخضع البحوث على الأَجِنَّة البشرية لقوانين تهدف إلى مراعاة الجانب الأخلاقي بمختلف أبعاده.

إعادة النظر في قانون الـ14 يومًا

ينبِّه كل من **إنسو هيون**، و**إيمي ويلكرسون**، و**جوزفين جونستون** إلى أن دراسات النمو البشري في المختبَر تصطدم بسياسات دولية تتيح عمل البحوث على الأجنة في الأسبوعين الأوَّلَيْن فقط من نموها.

في الرابع من مايو الماضي، أعلنت مجموعتان بحثيتان عن تمكُّنهما من الإبقاء على أَجِنَّة بشرية مخصَّبة في المختبَر لمدة تتراوح بين 12، و13 يومًا[1-3]. يتم زرع الأَجِنَّة في جدار الرحم عادةً في حوالي اليوم السابع.

وحتى الآن، لم يعلِن أحد عن زراعة أَجِنَّة بشرية مخصَّبة في المختبر بعد مرور أكثر من 9 أيام[4]، ونادرًا ما أمكن الحفاظ عليها لأكثر من 7 أيام.

يأتي هذا التطور الأخير بعد مضيّ 21 شهرًا فقط على إعلان الباحثين في جامعة روكفلر بمدينة نيويورك (شارك بعضهم في تجربة زراعة الأَجِنَّة الأخيرة) عن أن الخلايا الجذعية الجنينية البشرية المفردة ـ في ظل ظروف معينة ـ يمكنها تنظيم نفسها ذاتيًّا في بِنَى تشبه مراحل ◄

نموّ الأَجِنَّة بعد زرعها بمدة قصيرة[5,6] (انظر: «تحقُّق نجاحين في علم الأحياء الإنمائي البشري»). تم الحصول على الخلايا من خطوط خلايا جذعية سابقة التجهيز (أُخذت من أَجِنَّة عمرها ما بين 4 إلى 5 أيام، تم التبرع بها في عيادات الخصوبة).

من حيث المبدأ، يمكن أن يؤدي هذان الخطّان من البحوث إلى تمكين العلماء من دراسة جميع جوانب النمو البشري في مراحله المبكرة بدقة غير مسبوقة، إلا أن جوانب التقدم هذه تضع أيضًا علم الأحياء الإنمائي البشري على مسار تصادمي مع «قانون الـ14 يومًا»، وهو خط تنظيمي أحمر، قَصَرَ لعقودٍ البحوثَ المخبرية على الأَجِنَّة البشرية على فترة ما قبل ظهور «الشريط البدائي»؛ ذلك الخيط الباهت من الخلايا، الذي يمثل بداية تشكُّل محور الرأس–الذيل في الجنين.

أثبت قانون الـ14 يومًا فعاليته في السماح بإجراء البحوث على الأَجِنَّة ضمن قيود صارمة، التزم بها العلماء لأسباب معينة، من بينها أنهم كانوا يواجهون تحديات تقنية، إذا ما أرادوا كسرها. أما الآن، وقد غَدَت زراعة الأَجِنَّة البشرية لأكثر من 14 يومًا ممكنةً، أصبح من المهم إيضاح التكييف القانوني للأنواع المختلفة من البحوث على الأَجِنَّة أمام الاختصاصات القضائية المختلفة. وفي ضوء التطورات العلمية وتطبيقاتها المحتملة، من المهم كذلك أن يفكر المشرِّعون والمواطنون المعنِيُّون في القيود التي تحدّها، وأن يعيدوا تقييم منافعها وأضرارها.

أداة سياسية

كان قانون الـ14 يومًا قد اقتُرح للمرة الأولى في عام 1979 من قِبَل المجلس الاستشاري للأخلاقيات بوزارة الصحة والتعليم والرفاهية الأمريكية[7]. وقد تم اعتماده في عام 1984 من قِبَل لجنة «وارنوك» في المملكة المتحدة[8]، ثم في عام 1994 اعتمدته لجنة بحوث الأَجِنَّة البشرية التابعة لمعاهد الصحة الوطنية الأمريكية[9].

في 12 بلدًا على الأقل، يُنَصّ على هذا الحدّ في القوانين الحاكمة لبحوث الأَجِنَّة والمساعدة على الإنجاب (انظر: «تَوَافُق دولي»). وتظهر القاعدة القانونية أيضًا في عديد من التقارير التي يتم إعدادها بتكليف من الحكومات، وفي المبادئ التوجيهية العلمية الخاصة ببحوث الأَجِنَّة والمساعدة على الإنجاب، كما في المبادئ التوجيهية الأخلاقية الصينية لعام 2003 لبحوث الخلايا الجذعية الجنينية البشرية، والمبادئ التوجيهية الهندية لعام 2007 للبحوث والعلاج بالخلايا الجذعية.

وبعض نصوص هذا القانون يغطِّي الأَجِنَّةَ التي يتم إنتاجها بأي وسيلة كانت، بينما يغطي البعض الآخر الأَجِنَّة الناتجة من عمليات الإخصاب فقط. وتشير قوانين ـ بشكل صريح ـ إلى مرحلة المُعَيْدة ـ المعدة صغيرة الحجم ـ (عندما تظهر ثلاث طبقات مختلفة من الخلايا)، أو إلى مرحلة تَشَكُّل الشريط البدائي، بينما ينص البعض الآخر على 14 يومًا متتالية من النمو. ومع ذلك.. ففي معظم الحالات يبدو أن الأمر الحاسم هنا هو مرحلة نمو الجنين، التي يمثلها اليوم الرابع عشر عادةً، وليس عدد الأيام المتوالية في المختبر.

ترجع أهمية تشكيل الشريط البدائي إلى أنه المرحلة المبكرة الأولى التي يمكن فيها التأكد من تفرّد الجنين بيولوجيًّا؛ فقَبْل هذه المرحلة، يمكن أن ينقسم الجنين إلى جنينَيْن أو أن يندمج مع غيره. لذا.. يرى البعض أن هذه المرحلة تعني أخلاقيًّا ظهور إنسان متفرِّد إلى حيز الوجود.

وتختلف وجهات النظر حول التوقيت الذي يَكتسِب فيه الجنين البشري في مراحل نموه الأولى كينونة أخلاقية تمنع إجراء البحوث عليه. فعلى سبيل المثال.. يَعتقِد البعض أن الحد الفاصل هو حدوث الإخصاب، بينما يرى البعض الآخر أنه يأتي بعد ذلك بكثير، عندما يمكن للجنين أن يشعر بالألم، أو يَظهَر أثر لنشاطه الدماغي، أو يستطيع البقاء على قيد الحياة خارج الرحم.

قد تغري إعادةُ النظر في قانون الـ14 يومًا الناسَ بمحاولة نقد ـ أو نقض ـ القِوام الفلسفي لذلك القانون، باعتباره مبدأ أخلاقيًّا يرتكز على حقائق بيولوجية، غير أن ذلك يعكس فهمًا خاطئًا للتقييد القانوني؛ إذ لم يُقصد أبدًا أن يمثل قانون الـ14 يومًا خطًّا فاصلًا بين ما هو أخلاقي، وما هو غير أخلاقي في التعامل مع الأَجِنَّة البشرية، بل هو بالأحرى أداة لتطبيق سياسة عامة، تم تصميمها لتوفير مساحة للبحث العلمي، مع احترام الآراء المتنوعة حول البحوث على هذه الأَجِنَّة.

في الواقع، نجح قانون الـ14 يومًا بشكل هائل كأداة لتطبيق سياسة عامة. لقد وضع حدًّا واضحًا وقانونيًّا وقابلًا للتنفيذ، لا تتجاوزه البحوث؛ فالشريط البدائي يمكن تمييزه بصريًّا بوضوح، ومن الممكن عَدّ الأيام التي تم خلالها تربية الجنين في طبق. ولم تكن البدائل في كلا الاتجاهين – اتجاه حظر البحوث على الأَجِنَّة تمامًا، واتجاه عدم فرض أي قيود عليها – لتقود إلى سياسة عامة مناسِبة لمجتمع تعدُّدي.

هدفان

يحفِّز التقدم العلمي الآن على إعادة تقييم عدد من سياسات البحوث القائمة منذ زمن طويل. فعلى سبيل المثال.. ثبت أنه من الصعب الحفاظ على التوافق الذي ساد في السابق بين المموِّلين والمنظِّمين والباحثين، حول جواز الهندسة الوراثية للخلايا البشرية، طالما أن تلك الخلايا ليست حيوانات منوية، ولا بويضات، ولا أَجِنَّة. اعتمدت حكومة المملكة المتحدة في العام الماضي الاستخدام الإكلينيكي لعلاجات استبدال الميتوكوندريا، التي تسبِّب تغيرات وراثية في الأجيال القادمة، كما أقرت لجنة من معهد

خطوة إلى الأمام

تحقُّق نجاحين في علم الأحياء الإنمائي البشري

في عام 2014، قام الباحثون في جامعة روكفلر بمدينة نيويورك بوضع خلايا جذعية جنينية بشرية على أقراص بلاستيكية ذات أسطح خشنة؛ بهدف دعم تجمُّع الخلايا، وعالجوا الخلايا بعامل مساعد على نمو العظام[5]. وخلال يوم أو يومين، رَتَّبَت الخلايا نفسها في أنماط متماثلة شُعاعيًّا. يشبه ذلك ـ ولكن بشكل مسطح ـ تنظيم الجنين لنفسه بعد وقت قصير من غرسه في جدار الرحم. تشكل دوائر متحدة المركز من الخلايا ـ من الخارج إلى الداخل ـ كلًّا من الطبقات الجرثومية الثلاث التي تنشأ عنها كل أنسجة الجنين؛ وهي خلايا الأديم الباطن، والأديم المتوسط، والأديم الظاهر. وتدلل هذه النماذج المخبرية على وجود مناطق شبيهة بالشريط البدائي.

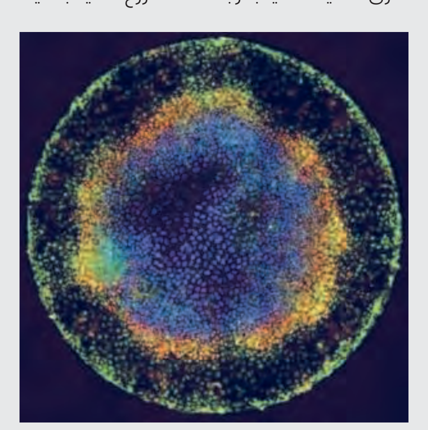
تُعَدّ هذه البِنَى ذاتية التنظيم ثنائية الأبعاد، رغم أنها تشبه الجنين. وأثبتت نماذج مخبرية أخرى تنظيمًا ذاتيًّا بدرجة ما عند زرع خلايا جذعية جنينية بشرية في بيئات ثلاثية الأبعاد[10].

تختلف كل هذه التجارب من عدة وجوه عن زراعة الأَجِنَّة البشرية الناتجة عن بويضة مخصَّبة، ولكنْ من المتوقع أن يتمكن الباحثون يومًا ما من تكوين نماذج ثلاثية الأبعاد أكثر شمولية[6].

في مايو الماضي، أعلن فريقان يقودهما باحثون في جامعتي روكفلر وكمبريدج بالمملكة المتحدة[1,2] عن أنهما تمكنا من زرع أَجِنَّة بشرية كاملة في المختبر، وحصلا على صور واضحة حتى اليومين الثاني عشر، والثالث عشر. أوقف الفريقان بحثهما بحلول اليوم الرابع عشر، انصياعًا لقانون المملكة المتحدة، وللمبادئ التوجيهية الدولية.

تمدّنا الإنجازات الأخيرة برؤية واضحة لكيفية انتقال الجنين البشري في وقت مبكر من كرة خلوية جوفاء عائمة إلى مُعَيْدَة ثلاثية الطبقات ملتصقة بالرحم. كما يمكن أن تساعد الدراسات على الأَجِنَّة البشرية في المختبر على توضيح ما إذا كانت البِنَى ذاتية التنظيم تحاكي حقًّا النمو البشري في مراحله المبكرة، أم لا. ويمكن أن يؤدي التتبع الآني للتغيرات الشكلية والجزيئية للخلايا الجنينيّة والتفاعلات فيما بينها ـ في الأيام المتأخرة تلك من عملية النمو ـ إلى توضيح شبكات التأشير الخلوي المنظّمة للجنين، ولتكوين أنسجته.

كما يمكن أن تسلط هذه التقنيات الضوءَ على الاضطرابات التي تؤدي إلى الفقدان المبكر للحمل، وإلى ظهور العيوب الخلقية، وتسهّل تطوير تطبيقات إكلينيكية لبحوث الخلايا الجذعية، بل إنها ـ جنبًا إلى جنب مع أدوات تحرير الجينات ـ يمكنها أيضًا المساعدة في تحديد الدور الذي تلعبه جينات بعينها في مجال النمو البشري.



تشكِّل الخلايا الجذعية الجنينية البشرية أنماطًا مكانية ذاتية التنظيم.

REF. 5

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الطب الأمريكي في وقت سابق من هذا العام بأنّ هذه العلاجات «جائزة أخلاقيًّا».

قد يستنتج البعض من النظر إلى تلك التطورات أنّ صناع القرار يسارعون بإعادة تعريف الحدود عندما تصبح غير مريحة للبحث العلمي. وإذا نظرنا إلى القيود ـ مثل قانون الـ14 يومًا ـ على أنها حقائق أخلاقية، فسيكون لمثل هذه السخرية ما يبررها. أما إذا اعتبرناها أدوات مصمَّمة لتحقيق التوازن بين تمكين البحث العلمي، والحفاظ على ثقة الجمهور، يتضح أنه كلما تطورت الظروف والمواقف، كان تعديل تلك الحدود مشروعًا.

ومع ذلك.. فإن أيّ قرار لإعادة النظر في قانون الـ14 يومًا ينبغي أن يَعتمِد على المدى الذي يمكن أن تصل إليه أي تغييرات مقترحة لتحقيق الهدفين الرئيسين للقانون: دعم البحث العلمي، ومراعاة الجانب الأخلاقي بمختلف أبعاده.

ولطالما كان ذلك القانون جزءًا أساسيًّا من الرقابة على بحوث الأَجِنَّة، من خلال التقريب بين وجهات النظر لمختلف الفئات الوطنية على مرّ عشرات السنين. قامت مئات الجمعيات الطبية والعلمية بتقديم توصيات، وعُقدت عشرات المنتديات العامة. وينبغي أن تتم أي تغييرات رسمية لهذا القانون من خلال عمليات مماثلة؛ لبناء توافق في الآراء، يشارك فيها الخبراء، وصانعو السياسات، والمرضى، والمواطنون المعنيُّون.

ومن المفترَض أن تبدأ المناقشات على مستوى دولي، نظرًا إلى الطبيعة العالمية لتلك البحوث، غير أن أَخْذ الاختلافات الثقافية والدينية المحلية بعين الاعتبار سيتطلب مناقشات على المستوى الوطني أيضًا. ومن ثم، ستستتبِع أي مراجعة لقانون الـ14 يومًا تغييرات تشريعية في بلاد عديدة. ومع ذلك.. فإننا نتصور أن هذا النوع من الحوار الدولي يمكن أن يسهِّل ويدعم القرارات المحلية الخاصة بتعديل القوانين وسياسات البحوث.

وثمة سوابق لهذا النوع من الحوار الدولي. ففي إطار الاستجابة لتطوير تقنيات قوية لتحرير الجينات، مثل تقنية كريسبر-كاس9، تعاونت كل من الأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم، والأكاديمية الوطنية الأمريكية للطب، والجمعية الملكية البريطانية، والأكاديمية الصينية للعلوم؛ لاستضافة قمة دولية في ديسمبر الماضي؛ لمناقشة القضايا العلمية والأخلاقية والإدارية المرتبطة بتلك البحوث. ويجري حاليًّا تنفيذ الخطوة الثانية من هذه المبادرة، وهي مراجعة الجوانب العلمية والسياسية، وتقديم تقرير حول تحرير الجينات البشرية.

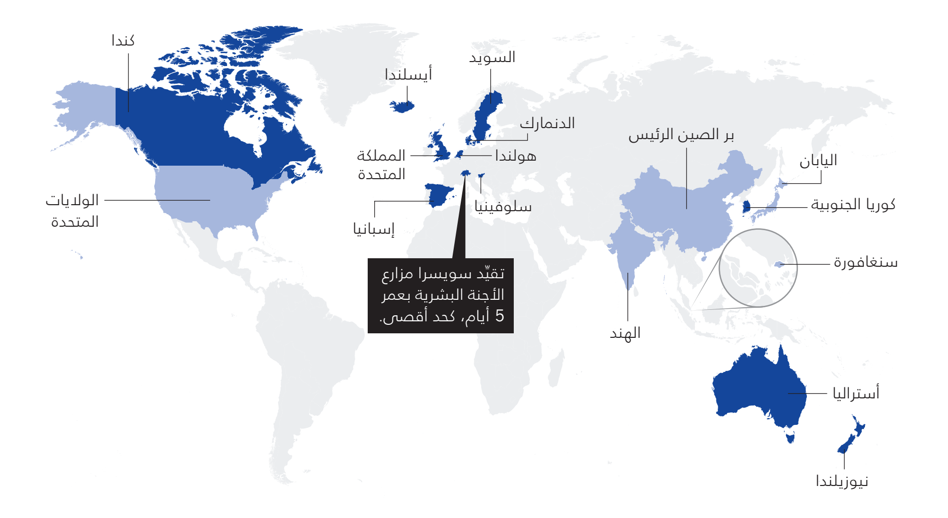
سبيل للتقدم

يقع على عاتق العلماء دور حاسم في هذه العملية. ففي عام 1985، عندما كانت شرعية البحوث على الجينات البشرية في المملكة المتحدة مهدَّدة بمشروع قانون في البرلمان، ناشد محررو دورية *Nature* علماء الأَجِنَّة تقديم تفسيرات حول طبيعة بحوثهم وأهميتها، وذلك لتثقيف صناع القرار والجمهور، قبل صدور قيود لا مبرر لها (انظر: *Nature* **314**, 11; 1985).

وبالمثل، ينبغي على الباحثين في علم الأحياء الإنمائي البشري اليوم إطلاع الجمهور على ما يفعلونه، وتوضيح أهميته. كما ينبغي عليهم تصميم تجاربهم بطريقة تَجْمَع بين تعزيز الاكتشافات، ومراعاة المخاوف الأخلاقية للناس.

توافق دولي

تملك اثنتا عشرة دولة (اللون الأزرق الداكن) قوانين تقيِّد البحوث على الأجنة البشرية في المختبر في الـ14 يومًا الأولى من نمو الجنين. وفي خمس دول أخرى (الأزرق الفاتح)، تنص المبادئ التوجيهية العلمية التي تم التوصل إليها على المستوى الوطني على حد الـ14 يومًا. كما تنص المبادئ التوجيهية التي أصدرتها الجمعية الدولية لبحوث الخلايا الجذعية لمجتمع البحوث العالمي على الـ14 يومًا أيضًا.



وفي المستقبل القريب، يجب أن يعمل الباحثون بشكل وثيق مع لجان رقابة البحوث المحلية؛ لضمان عدم وقوعهم في انتهاكات للقوانين أو للمبادئ التوجيهية السارية. يكتنف بعض الغموض حاليًّا التعريف القانوني لـ«لجنين البشري» في بعض الاختصاصات القضائية، وبعض الشكوك حول الإمكانيات البيولوجية للبِنى ذاتية التنظيم الشبيهة بالأَجِنَّة[6].

وقد أصدرت الجمعية الدولية لبحوث الخلايا الجذعية «ISSCR» في مايو الماضي المبادئ التوجيهية المنقحة لبحوث الخلايا الجذعية. وأتت تلك المبادئ التوجيهية نتيجة جهد فريق عمل متعدد الجنسيات والتخصصات ـ ضَمَّ أحدنا؛ إنسو هيون ـ وبإسهام من المعنيين في جميع أنحاء العالم. ويمثل أحد أهداف هذه المبادئ التوجيهية في توفير إطار عمل لأولئك المعنيين بالكيفية التي ينبغي أن تمضي بها الرقابة على البحوث قُدُمًا في ضوء الأشكال الجديدة من البحوث على الأَجِنَّة.

> «لم يُقصد أبدًا أن يمثل قانون الـ14 يومًا خطًّا فاصلًا يدل على بداية وضع أخلاقي للأَجِنَّة البشرية».

وعلى المدى القصير، نعتقد أن النهج الذي توصي به الجمعية الدولية لبحوث الخلايا الجذعية؛ من أجل الرقابة على البحوث التي تتضمن أَجِنَّة بشرية، يوفر مسارًا عمليًّا للمضي قُدُمًا، وخاصة إذا تم تزويده بإسهامات من ممثِّلي العديد من اللجان الاستشارية التي اعتمدت قانون الـ14 يومًا، ومنها بالطبع: هيئة الإخصاب البشري وعلم الأَجِنَّة في المملكة المتحدة، والأكاديميات الوطنية الأمريكية للعلوم والهندسة والطب، ووزارة العلوم والتقنية، ووزارة الصحة الصِّينِيَّتان.

ويمكن أن يساعد التعاون الوثيق بين هذه المنظمات على تجنُّب حدوث رد فعل لدى الجمهور، قد يترتب عليه وضع قيود أكثر صرامة على البحوث. ■

إنسو هيون أستاذ مشارك في الفلسفة وأخلاقيات علم الأحياء في كلية الطب بجامعة كيس ويسترن ريزيرف في كليفلاند بولاية أوهايو، الولايات المتحدة. **إيمي ويلكرسون** مساعدة نائب الرئيس لدعم البحوث في جامعة روكفلر في نيويورك، مدينة نيويورك، الولايات المتحدة. **جوزفين جونستون** مديرة البحوث في مركز هاستينجز في جاريسون بولاية نيويورك، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: insoo.hyun@case.edu

1. Deglincerti, A. *et al. Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature17948 (2016).
2. Shahbazi, M. N. *et al. Nature Cell Biol.* http://dx.doi.org/10.1038/ncb3347 (2016).
3. Rossant, J. *Nature* **533,** 182–183 (2016).
4. Carver, J. *et al. Hum. Reprod.* **18,** 283–290, (2003).
5. Warmflash, A., Sorre, B., Etoc, F., Siggia, E. D. & Brivanlou, A. H. *Nature Meth.* **11,** 847–854, (2014).
6. Pera, M. F. *et al. Nature Meth.* **12,** 917–919, (2015).
7. Ethics Advisory Board, Department of Health, Education, and Welfare. *HEW Support of Research Involving Human In Vitro Fertilization and Embryo Transfer* (US Government Printing Office, 1979).
8. UK Department of Health and Social Security. *Report of the Committee of Inquiry into Human Fertilisation and Embryology* (Her Majesty's Stationary Office, 1984).
9. Ad Hoc Group of Consultants to the Advisory Committee to the Director, NIH. *Report of the Human Embryo Research Panel* (US Government Printing Office, 1994).
10. Taniguchi, N. *et al. Stem Cell Rep.* **5,** 954–962 (2015).

تُعَدّ ثعالب البحر ذات تأثير محوري على الأنظمة البيئية لغابات الأعشاب البحرية.

علم البيئة

مُرَوِّض ثعالب البحر

تثني **جين لُوبْشينكو** على السجلّ الذي جَمَعَه جيمس إستس على امتداد 45 عامًا؛ لدراسة السلوك المعقد لحيوان بحري مفترِس.

للثعالب البحرية (*Enhydra lutris*) تاريخ مضطرب.. فهذا الحيوان ـ الذي يُعَدّ أيقونة ثقافية للقبائل التي تعيش قبالة المناطق الساحلية شمال المحيط الهادئ ـ أصبح هدفًا مغريًا لتجار الفِرَاء، الذين كادوا أن يؤدوا به إلى الانقراض، الأمر الذي أدَّى إلى فرض حظر عالمي على صيده في عام 1911. وبمجرد أنْ بدأ هذا النوع في التعافي في جزء من المناطق التي كان ينتشر فيها سابقًا، حتى أصبح نقطة جذب للسياح، ورمزًا للأمل في الحفاظ على الأنواع البحرية، كما أضحى مكافِئًا لعصافير داروين الدورية بالنسبة إلى عالِم واحد، هو جيمس إستس، المتخصص في علم البيئة. أمّا الآن، فقد تراجعت أعداد ثعالب البحر في معظم المناطق، غير أن إستس توصَّل إلى خلاصات مهمة بشأن تاريخ هذا النوع، وارتباطاته البيئية المعقدة، نتيجة لدراساته التي امتدت على مدى أربعة عقود، في واحدة من المناطق الأرضية النائية.

وفي كتابه المعنون باسم «الصدفة السعيدة» *Serendipity*، يسرد إستس قصة أبحاثه ـ في جُزُر ألوشيان في ألاسكا وما وراءها ـ على هذا الحيوان الثديي البحري ذي الحجم الصغير نسبيًّا، وعلى شهيته المفرطة لحيوانات السرطان، وللمحار، وللسَّمَك، وبالأخص قنافذ البحر، وعلى مقدرته ـ الناتجة عن هذه الشهية ـ على التحكم في بقاء غابات الأعشاب البحرية الكاملة بسكانها من عدمه.

ويشاركنا إستس بسَرْده الأمين ـ المملوء بروح التواضع ـ خلاصاته المثيرة للاهتمام، التي اكتسبها عن طريق الملاحظة الدقيقة، والتشويش المتعمد للظروف البيئية، والمراقبة طويلة المدى، والتحليل المُحْكَم، والرغبة في التعاون وتَقَبُّل الأفكار الجديدة. كما يعترف بالمسارات المعقدة والمصادفات التي أنتجت أفكارًا جديدة يمكن اختبارها. فهو يذكر ـ على سبيل المثال ـ محادثة ذات أثر، دارت بينه وبين عالِم البيئة روبرت بين، الذي صَكَّ مصطلح «الأنواع الأساسية»، وهي تلك التي تؤثر البيئة على أنظمتها بدرجة تفوق ما يُتوقَّع منها (انظر: *Nature* 2013; **493**, 286–289). قادت هذه المحادثة إستس إلى طرح السؤال الأهمّ عن مسيرته العلمية: «ما هو تأثير ثعالب البحر على غابات الأعشاب البحرية؟»، بدلًا من السؤال الذي كان يحاول الإجابة عليه من قبل، وهو: «ما هو تأثير غابات الأعشاب البحرية على ثعالب البحر؟».

حينما بدأ إستس دراساته في ألاسكا في سبعينات القرن الماضي، كانت الأبحاث على التحكم في النظام البيئي من قمته إلى قاعدته بواسطة حيوان مفترس، واستخدام طريقة التشويش لاختبار الفرضيات البيئية، في مهدها. وفي جُزُر ألوشيان، وجدت ثعالب البحر بيئة مناسبة لها تحميها من الانقراض، حيث كانت هناك أماكن تُوجَد فيها هذه الثعالب؛ بينما لم يكن لها وجود في أماكن أخرى. وبرهنت أبحاث إستس المبكرة ـ بصورة مقنعة ـ على أن ثعالب البحر في ألاسكا تحكَّمت بالفعل في الجزء الأكبر من المجتمع الموجود على مقربة من الشاطئ، عن طريق التهامها قنافذ البحر، المستهلِكات الرئيسة للأعشاب البحرية. وحيثما وُجدت ثعالب البحر، توفرت هناك غابات الأعشاب البحرية، وعديد من الأنواع البحرية الأخرى (السَّمَك، وسرطان البحر «الكابوريا»، ونجوم البحر، وبلح البحر، والحلزونات، وحيوانات الفقمة، وأعشاب البحر، والطيور، وغيرها) التي تتخذ من غابات الأعشاب البحرية مسكنًا ومصدرًا للغذاء. وحيثما تغيب ثعالب البحر، تزدهر القنافذ البحرية وتقضي على الأعشاب البحرية؛ الأمر الذي يؤدي إلى أن تصبح بعض المناطق البحرية جرداء قاحلةً.

الصدفة: بَحْثُ لعالِم بيئة؛ لِفَهْم الطبيعة
جيمس إستس
مطبعة جامعة كاليفورنيا، 2016.

قام إستس وزملاؤه بعد ذلك بعرض الجوانب المتعددة «للتتابع الغذائي»، التي ينتقل فيه تأثير هذا الحيوان المفترس عبر الشبكة الغذائية بواسطة تفاعلات معقدة وغير مباشرة. وبفضل هذه المجهودات البحثية، ندرك الآن أن غذاء طيور النورس والعُقاب الأصلع، ووفرة السَّمَك، ونمو بلح البحر، وحجم ووفرة نجوم البحر تتأثر جميعها بشدة بحضور أو غياب ثعالب البحر في غابات الأعشاب البحرية الألوشيانية.

نتجت أكثر الأفكار المثيرة للاهتمام من دراسات إستس، وكانت تركز على التراجع الحاد والمفاجئ للثعالب البحرية في جُزُر ألوشيان، الذي بدأ في السنوات الأولى من عقد تسعينات القرن الماضي. فملاحظة تَزَايُد أعداد الحيتان القاتلة، أو حيتان أوركا (*Orcinus orca*)، وافتراسها لثعالب البحر، إضافة إلى بعض الحسابات الخاصة بالتوزع الديموجرافي لثعالب البحر ولطاقة الحيتان القاتلة؛ قادت إستس وزملاءه إلى تقديم استنتاج مدهش، بَيَّنَ أنّ النشاط الافتراسي للحيتان القاتلة تَسَبَّبَ في خفض أعداد ثعالب البحر. أمّا الفرضية اللاحقة، التي توصَّل إليها هذا الفريق، فكانت أكثر إدهاشًا.

أدرك إستس وزملاؤه أن شيئًا ما لا بد أن يكون قد تغيَّر في عرض البحر، بحيث أدَّى إلى طرد الحيتان القاتلة من مساكنها المحيطة المعتادة إلى المواضع الساحلية، الأمر الذي قادهم إلى أن يضعوا في اعتبارهم الأحداث

FRANCOIS GOHIER/VWPICS/ALAMY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ذات المدى الأوسع مكانيًّا وزمانيًّا. كان هذا الفريق على علم بأنّ بعد الحرب العالمية الثانية، تسببت أنشطة صيد الحيتان المكثفة في المحيط الباسيفيكي الشمالي إلى تقليل الكتلة الحيوية لهذه الأنواع، بحيث أصبحت أقل بمقدار سبع أو ثماني مرات، بالمقارنة بما كانت عليه سابقًا، إلى أن تم فرض الحظر العالمي للصيد التجاري للحيتان في أواخر ستينات وبداية سبعينات القرن المنصرم. وبناءً على ذلك.. فَكَّر هذا الفريق في أنه إذا كانت الحيتان القاتلة تَغَذَّت مِن قبل على الحيتان العظيمة، فلا بد أن هلاك هذه الأخيرة أجبر الحيتان القاتلة على السعي في طلب الغذاء من مصادر بديلة، وعلى التشتت في مساحات أكبر.

وبتجميعهم لبيانات من المناطق البحرية المحيطة بأرخبيل ألوشيان على مسافات تصل إلى 370 كيلومترًا، قدَّم هذا الفريق البحثي فرضية مقنعة لتفسير الانهيار اللاحق، الذي امتد إلى أربعة عقود. ففي البداية، تراجعت أعداد الحيتان العظيمة، بسبب أنشطة صيدها. بعد ذلك، غَيَّرت الحيتان القاتلة من نمطها الغذائي، الأمر الذي أدَّى إلى تدميرها لنوع حيواني، ألحقته بعدها بآخَر، الشيء الذي تَسَبَّب في انهيار تجمُّعات حيوانات الفقمة العادية (*Phoca vitulina*)، تلتها أُسُود البحر (*Eumetopias jubatus*)، ثم لحقت بها ثعالب البحر. وفرضية «انهيار الحيوانات الضخمة»، التي صاغها إستس، وألان سبرينجر وزملاؤهما، لم تلق استقبالًا حارًّا من بعض العلماء الذين كانوا يدرسون الأنواع المنفردة، غير أن الأدلة التي تعضِّد منها استمرت في التراكم. وهذه الأفكار تطرح أسئلة إضافية مثيرة للاهتمام، منها: ما الذي سوف تتغذى عليه الحيتان القاتلة عند تعافي بعض الحيتان العظيمة، على أقل تقدير؟ وما الذي سوف يحدث حينئذ لحيوانات الفقمة، ولأُسُود البحر، ولثعالب البحر، ولغابات الأعشاب البحرية؟ إننا نأمل أن يتوصل إستس إلى خلاصات في هذا الشأن.

«هذا الحيوان الثدي البحري الصغير نسبيًا يمتلك القدرة على التحكم في بقاء أو فَناء غابات الكِيلب بكاملها».

تُعَدّ نتائج بحثية عديدة من تلك المذكورة في هذا الكتاب ـ خصوصًا النتائج الأولى ـ من أعمدة علم البيئة. وبالنسبة إلى غير المتخصصين، يُعَدّ كتاب إستس هذا مقدمة ساحرة لعدد من المفاهيم البيئية المحورية. أما المتخصصون ودارسو العلوم، الذين يبحثون عن فهْم الكيفية التي يعمل بها العلم في الحقيقة، فسوف يجدون في كتاب «الصدفة السعيدة» نقلًا صادقًا لما يحدث في جُزُر ألوشيان، وفي المحيط الهادئ بصورة عامة، إضافة إلى توضيح ما كان يفكر فيه ويحس به عالِم مرموق أثناء إجراء أبحاثه. كما يقدم هذا الكتاب أيضًا نظرة عميقة ونادرة على دراسة علمية أتت في وقتها. ■

جين لُوبْشِينكو أستاذة متميزة في جامعة ولاية أوريجون في كورفاليس. وهي عالِمة في مجالي عِلم البيئة، وعِلْم البيئة البحرية. وقد شغلت منصب مدير الإدارة الوطنية للمحيطات والجو في الولايات المتحدة بين عامي 2009، و2013، كما أنها أول مَنْ شغلت منصب مبعوث شؤون البحار في الولايات المتحدة، وذلك بين عامي 2014، و2016.
البريد الإلكتروني: lubchenco@oregonstate.edu

ملخصات كتب



ما لا يمكن أن نعرفه: اكتشافات على حافة المعرفة

ماركوس دو سوتوي، دار نشر فورث إستيت (2016)

يزخر العِلْم بأمور «معروف أنها مجهولة»، بدءًا من المادة المظلمة، حتى أصل الحياة، لكنْ هل تتعذر معرفة حقيقة بعض هذه المعضلات؟ في هذه الدراسة رفيعة المستوى، يستكشف عالِم الرياضيات ماركوس دو سوتوي حدود فَهْمنا في مجال الرياضيات، وفيما يخص العقل، وما وراء ذلك. يستهل سوتوي كل استقصاء يجريه حول موضوع ما بشيء معنوي.. فقد انطلق نحو نظرية الاحتمالات، بدءًا من حجر النرد المستخدَم في نوادي القمار، حتى حَدَّثنا عن ساعة المعصم؛ فَتَقَلّنا لنستغرق معه في التفكير في الوقت والزمن. إنها رحلة تأسر العقول، وتزيدها بهاءً وحيوية تلك الحوارات التي أجراها مع كثيرين، منهم عالِم الأعصاب كريستوف كوك في حوار حول علم النفس البدني، وماكس تيجمارك ـ المتخصص في علم الكون ـ في حوار حول الكون الرياضي.



عوالم توماس روبرت مالتوس الجديدة: إعادة قراءة مبدأ الكثافة السكانية

أليسون باشفورد، وجويس إي. تشابلن، مطبعة جامعة برينستون (2016)

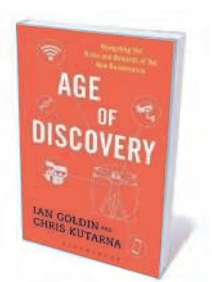
يُقِرّ المؤرِّخان أليسون باشفورد وجويس تشابلين أنه «على مدار مئتي عام، أَحَبَّ الناسُ كراهيتهم لتوماس روبرت مالتوس». ومن خلال إعادة تقييم ثاقبة لمقال من مقالات هذا الفيلسوف ـ «مقال حول مبدأ الكثافة السكانية» ـ نُشر للمرة الأولى في عام 1798، يرى المؤرِّخان أن نظريته حول كون النمو السكاني يتجاوز الإنتاج الزراعي قد أُخرجت من سياقها، فَلَمْ يكن مالتوس ناقدًا للفقراء في إنجلترا، بقَدْر ما كان ناقدًا للتضخم السكاني في أوروبا إبان الحقبة الاستعمارية التي عاصرها، وما تبع ذلك من آثار على الناس في العالَم الجديد.



فرسان العالَم الحديث الخمسة: المناخ، والطعام، والماء، والمرض، والسِّمْنة

دانْيل كالاهان، مطبعة جامعة كولومبيا (2016)

في هذه الأطروحة اللاذعة، يبحث دانْيِل كالاهان ـ المتخصص في دراسة الجوانب الأخلاقية للاكتشافات الحيوية ـ في أسباب تعذُّر الوصول إلى حل لخمس مشكلات عالمية، هي نقص الماء، والغذاء، وتغيُّر المناخ، وانتشار الأمراض، والسمنة، برغم إهدار مليارات الدولارات لمعالجتها. ويسبر كالاهان أغوار مشكلات أساسية متعلقة بهذه القضايا، مثل مشكلة ارتفاع متوسط أعمار السكان، كما يحلِّل دور السياسات والحكومات. ولرفع مستوى القوة المطلوبة؛ لمواكبة ضرورة إيجاد حلول لها، يعرض كالاهان تصورًا شاملًا لتضافر جهود النشطاء، والشركات، والوكالات المحلية والدولية، ويُظْهِرها بشكل براجماتي ومدروس.



عصر الاكتشافات: سبر أغوار مخاطر عصر النهضة الجديد وثماره

إيان جولدين، وكريس كوتارنا، دار نشر بلومزبيري إنفورميشن (2016)

تعكس قوة وعظمة عصر النهضة على عصرنا الحالي، بدءًا من المخاطر الداهمة، مثل الأوبئة، حتى النوابغ العظماء الذين نحتاجهم للتغلب عليها. هذا ما أثبته إيان جولدين ـ الخبير بشؤون العولمة ـ والعالِم السياسي كريس كوتارنا في هذا التحليل الضخم والجريء لمجالات التعليم، والصحة، والازدهار، والتكنولوجيا حول العالم، في عصر النهضة وفي العصر الحالي. وكان تحليلهما للثورات، بدءًا من ظهور مبدأ كوبرنيكان، حتى الانفجار الرقمي، تحليلًا ثاقبًا وثريًّا، سواء من حيث السياق ككل، أم نظام تقسيم الأفكار، إلا أنه لم تكن الجُمَل البديعة المذكورة صحيحةً تمامًا كلها.



في غرفة انتظار مُجبِّر العظام: جولات في أغوار الطب الهندي

أراثي براساد، دار نشر بروفايل (2016)

الطب الهندي مجالٌ معقد، تُزَاحِم فيه ستة أنظمة تقليدية الطبّ الحيوي الغربي. تنتقل الصحفية العلمية أراثي براساد في هذه الرحلة الأَخّاذة محددة الهدف، التي تأخذها عبر تشابكات هذا المجال إلى حي دارافي العشوائي المكتظ بالسكان في مومباي، حيث تساعد المستشاراتُ (يطلق عليهن اسم *sanghinis*) نساءَ الحي اللاتي تعرضن للاغتصاب، أو العنف المنزلي. كما تزور براساد عيادة تدمج العمل المعملي الغربي بالطب الأيورفيدي القديم، وهو مشروع يجمع بين جراحات عيون الأطفال، وأبحاث علم الأعصاب، وأكثر من ذلك بكثير. **باربرا كايسر**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



في الثمانينات، عملت ماري جينان على تقييم الوضع الصحي للّاجئين الأفغان في مخيمات في باكستان.

MARY GUINAN

علم الأوبئة

مـلاحقــة الأوبئــة

تغوص **تيلي تانسي** في سيرة ذاتية طبية لرائدة في مجال بحوث فيروس نقص المناعة البشرية (مرض الإيدز).

بات الطب أكثر إلحاحًا على قصص العالِمات الملهمات، الخارقات للحدود. وفي هذا الصدد، يأتي كتاب «مغامرات محقِّقة طبية» *Adventures of a Female Medical Detective* لماري جينان مُلَبِّيًا لهذا الطلب، وهو كتاب مثير ومشوِّق. وماري جينان متخصصة في علم الأوبئة، وتعمل لدى المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها «CDC» في أتلانتا بولاية جورجيا منذ عقود، وشاركت في الأنشطة العالمية للقضاء على مرض الجدري، كما كانت المرأة الأولى التي تشغل منصب كبير المستشارين العلميين هناك. وكان لها أيضًا مشوار مهني مميز في مجال بحوث فيروس نقص المناعة البشرية (مرض الإيدز)، وكانت من أوائل العلماء الأمريكيين الذين تَعَرَّفوا على الحالات الأولى للمرض، التي شَكَّلت بداية انتشار الوباء.

وكمحقِّقة طبية، تقوم جينان في كتابها ـ بمشاركة آن ماذِر، مديرة التحرير السابقة للتقرير الأسبوعي لمعدلات العدوى والوفيات *Morbidity and Mortality Weekly Report*، الذي يصدر عن مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها ـ بعرض سلسلة من دراسات الحالة، التي بدت وكأنها شبيهة بأعمال شارلوك هولمز. لم تكن تلك الحالات ضربًا من الحكايات الجنائية الباثولوجية، وإنما هي قصص مرَّت عليها في مسارها المهني كمسؤولة ميدانية لخدمات الاستخبارات الوبائية «EIS»، التي تمثل جزءًا من مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها.

عانت جينان كثيرًا في دَرْبها في مجال الطب. وفي بداية الستينات، تخرّجت جينان بدرجة في الكيمياء؛ في وقت كانت فيه صحيفة «نيويورك تايمز» تقسِّم إعلانات التوظيف حسب الجنس، وكانت الفرص المتاحة للنساء في مجال العلوم قليلة. كانت الوظيفة الأولى التي حصلت عليها جينان في مجال تطوير النكهات في مصنع للعلكة بمدينة نيويورك. ورُفِضَت من عدد من برامج الدراسات العليا التي حظرت دخول النساء إلى مضمارها، إلى أن نجحت في النهاية في الالتحاق بالفرع الطبي من جامعة تكساس بجالفيستون، حيث حصلت على شهادة الدكتوراة في الفسيولوجيا في عام 1969. وفي سعيها خلف حلمها السِّرِّي بأن تصبح رائدة فضاء، قامت بالتسجيل في دورة حول طب الفضاء والطيران بمركز وكالة «ناسا» للفضاء في هيوستن، لتكتشف أنّه لا يُسمَح للنساء بالاقتراب من منطقة القيادة إطلاقًا، خوفًا من أن تَتَسَبَّبْن في تشتيت انتباه الرجال. وبذلك.. استقر تفكير جينان على دراسة الطب؛ وتخرجت في جامعة جون هوبكنز في بالتيمور بولاية ميريلاند في عام 1972.

وقد التحقت جينان بخدمات الاستخبارات الوبائية ـ مغمورةً بالإلهام الذي حل عليها من برنامج «منظمة الصحة العالمية» للقضاء على مرض الجدري، الذي بدأ عمله عام 1966 ـ وكانت المرأة الوحيدة في سنة التحاقها، إلّا أن طلبها للالتحاق بالعمل في برنامج القضاء على الجدري في الهند رُفِض، لكونها امرأة؛ لكنها أصرّت على الأمر، إذ كانت ترى أنه إذا كانت الهند قد رحَّبَتْ بأنْ يشغل منصب رئيس وزرائها امرأة (إنديرا غاندي)، فلا بدّ أن يسع البرنامج التحاق امرأة به. وفي عام 1974، نجحت بالفعل في الانضمام إلى البرنامج.

ومن بين الإنجازات السّبّاقة الأخرى التي حققتها جينان، أنها ـ على سبيل المثال ـ أُرسِلت للتحقيق في التلوث البكتيري الذي حدث في وحدة العناية المركزة في إحدى القواعد العسكرية السِّرِّيَّة. وحين بادر القائد بإعلان خبر إرسال مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها خبيرًا لذلك الشأن، وبدأ متسائلًا: «هل يمكن للخبير أن يتوقف؟»، ظلت جينان جالسة في صمت. فهل ظنت ذلك رَدّ فِعْل فعّالًا؟ وكيف كانت فكرة كونها المرأة الوحيدة التي تقوم بالعمل تؤثر عليها؟ تذكر جينان زوجها وابنها كذلك، لكنها لا تتحدث عما إذا كان وضعها العائلي قد أثَّر على مسارها المهني، أم لا، إلا أن تعقيب مثل هذه المرأة الرائدة الناجحة على هذه المسألة سيكون مفيدًا بالتأكيد.

مغامرات محقِّقة طبية: في ملاحقة الجدري والإيدز
ماري جينان، وآن دي ماذر
مطابع جامعة جون هوبكينز: 2016.

وتَعْرِض جينان تقارير رائعة حول عملها مع المجموعات المعرَّضة للأمراض. ففي رحلتها الأولى عبر البحار إلى أُوتار براديش في الهند، ضِمْن عملها مع خدمات الاستخبارات الوبائية في برنامج القضاء على الجدري في عام 1975، سَكَنَتْ جينان في أكواخ طينية موبوءة بالجرذان، بينما كانت تبحث عن الأشخاص المصابين بالجدري، ومَنْ هُم على صلة بهم. وعندما أُعلِن خلو المنطقة من المرض في شهر مايو من ذاك العام، قررت تكريس جهودها المهنية للصحة العامة.

في عام 1980، عملت جينان ضمن مجموعة تابعة لمراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها، كانت قد وُكِّلت مِن قِبَل وزارة الخارجية الأمريكية؛ لتقييم الوضع الصحي للّاجئين الأفغان في باكستان. كان الاتحاد السوفيتي قد احتل أفغانستان في ذلك الوقت، وكان بعض الرهائن من السفارة الأمريكية ما زالوا قيد الأسر في طهران، إلا أنها تصف بحنق كيف أنّ هذا الوضع المحفوف بالمخاطر كان له بُعْدٌ إضافي مقلق؛ إذ علمت فيما بعد أنّ وكالة الاستخبارات الأمريكية كانت تَستخدِم الفريق كواجهة لعملياتها. وهو «التكتيك» نفسه الذي لجأت إليه الحكومة الأمريكية مجددًا في عام 2011، عندما أنشأت فريق تطعيم مزيفًا؛ للتغطية على مراقبتها لمنزل مؤسِّس تنظيم القاعدة ـ أسامة بن لادن ـ في باكستان. وكانت عواقب ذلك على برامج التطعيم وعلى الأفراد كارثية، تَصِفها جينان بقولها إنّ وكالة الاستخبارات الأمريكية «قد سرقت منا بعضًا من روحنا».

عملت جينان مع بعض أوائل الأمريكيين الذين أُصيبوا بمرض الإيدز، وكانت شاهدة خبيرة في واحدة من القضايا القانونية المعروفة، التي آلت إلى تجريم التمييز في التوظيف على أساس الإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية. وتم عرض بعض أعمالها في كتاب راندي شيلت الأكثر مبيعًا «واستمرت الفرقة في العزف» *And the Band Played On* (سانت مارتينز؛ 1978)، الذي أُنتِج باسمه فيلم سينمائي فيما بعد؛ بدت فيه جينان هادئة ولطيفة، وهو ما أزعجها. وقد كانت إحدى الحالات المؤثرة التي قَصَّتْها حالة حدثت في منتصف الثمانينات، سُميت بطلتها «لير»، وهي امرأةٌ نَقَلَ إليها زوجها العدوى بفيروس نقص المناعة البشرية؛ وقد كان واعظًا، تم سَجْنه لتَحَرُّشه بأطفالهما جنسيًّا. لم يكن هناك علاج لهذا المرض في ذلك الوقت، وسادت حالة من الهستيريا. ومن أجل الإبقاء على سرية إصابتها بالفيروس، كان على لير أن تقطع مسافة 190 كيلومترًا بالسيارة بشكل منتظم؛ لاستشارة جينان في عيادتها في جورجيا، واستمر ذلك لعدة أعوام. وعندما حصلت عيادة جينان في عام 1995 على كمية من دواء جديد وفعّال مضاد للفيروسات، حاوَل العاملون في العيادة الاتصال بجميع المرضى الذين كان مِن المحتمَل أن يستفيدوا من الدواء، لكن برغم بَذْلها جهودًا جَمَّة؛ لم تعثر جينان على لير أبدًا.

وبالتركيز على الجدري والإيدز، قد يبدو الكِتَاب للكثيرين كأنه كِتَابٌ يندرج تحت نوعية كُتُب التاريخ الطبي، لكنْ مع ظهور الإيبولا، و«زيكا» في عناوين الأخبار اليومية في الوقت الحالي، يبدو أن لعلم الأوبئة وللأفراد الملهمين ـ أمثال جينان ـ قيمة كبيرة في الوقت الحالي في البحوث المتعلقة بالصحة. ■

تيلي تانسي أستاذ تاريخ العلوم الطبية الحديث في كلية كوين ماري بجامعة لندن.
البريد الإلكتروني: t.tansey@qmul.ac.uk

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الوراثة

تعقُّب الوراثة

يقيّم **ماثيو كوب** السرد التاريخي لعلم الوراثة البشري الذي قام به سيدهارتا موخيرجي.

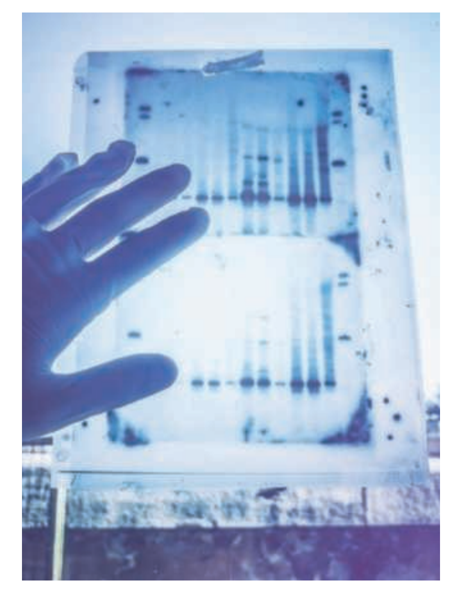
في عام 2011، حاز سيدهارتا موخيرجي على جائزة «بوليتزر» Pulitzer عن كتابه «امبراطور الأمراض كلها» *The Emperor of All Maladies* (سكريبنر؛ 2010)، الذي يعكس تضافرًا بين العِلْم، وخبرته الشخصية كمتخصِّص في علم الأورام. في كتابه «الجين» *The Gene*، يصف موخيرجي ـ بأسلوبه الخاص ـ فَهْمنا للوراثة. وبرغم عنوانه الفرعي «تاريخ حميم» *An Intimate History*، إلا أن أقسام هذا الكتاب التاريخي ـ الممتدة من عام 1860، حتى وقتنا الحاضر ـ لا تهدف إلى الكشف عن الطريق الملتوي عبر التاريخ نحو ما لدينا الآن من معرفة؛ لكنها تُعَدّ في المقام الأول أداة لشرح أُسُس علم الوراثة الطبي.

وبذلك.. تم تبسيط تعقيدات الماضي؛ حيث يُقدَّم الاكتشاف لا كواقع فوضوي مليء بالنهايات المسدودة، بل باعتباره خيطًا ممتدًا، يقود ـ لا محالة ـ إلى يومنا هذا. وتُستعرض نتائج التجارب السابقة في ضوء الفهم الحديث، بدلًا من كونها سبيلًا لاستكشاف التفسيرات المعاصرة الملتبسة. وهذا طريق يسلكه ـ غالبًا ـ العلماء والأطباء الذين يشاركون في كتابة التاريخ؛ وهو ما يزعج المؤرخين الذين يعرفون أن الماضي كان أكثر تعقيدًا من ذلك.

يعود بنا النصف الأول من الكتاب إلى أواخر الستينات، ويقدم صورًا مألوفة ـ خاطئة أحيانًا ـ عن المعالم الماضية. فمثلًا، يُظْهِر جريجور مندل، رائد علم الوراثة في القرن التاسع عشر، كعبقري وحيد؛ بينما في واقع الأمر كان عمل مندل يمثل جزءًا من اهتمام سيريل ناب بالوراثة لزمن طويل، وهو رئيس دير مدينة برنو، الموجودة الآن في جمهورية التشيك، حيث كان مندل أحد الرهبان هناك. وكان قد تَعَزَّز هذا الاهتمام ـ الذي بدأ قبل حوالي 20 سنة من زراعة مندل لبذور البازلاء ـ مدفوعًا برغبة المهندسين الزراعيين المحليين ـ ومِن ضِمنهم بعض مَن كانوا في الدير ـ لتحسين خصائص الحيوانات والنباتات الخاصة بهم.

في بعض الأحيان، يتباطأ الإيقاع الدرامي للكتاب. ففي تعليق مقتضَب أسفل إحدى الصفحات، وُضِع وَصْف للاكتشاف المبتكر الذي كشف عنه فيرنون إنجرام، وفرانسيس كريك في الخمسينات، حول كون الاختلاف بين الهيموجلوبين الطبيعي والهيموجلوبين المنجلي يسببه اختلاف قاعدة واحدة في الجين ذي الصلة. وفي بضعة أسطر، يمر الكاتب على واحدة من أكثر اللحظات إثارة في تاريخ علم الوراثة، حين تم اكتشاف طريقة ترميز الجينات للبروتينات في الستينات.

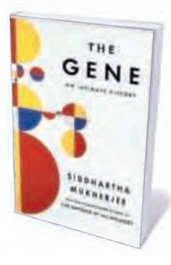
تستعيد الكتابة حيويتها بعد ذلك في النصف الثاني من الكتاب، الذي يغطي الفترة من السبعينات إلى ما بعدها. يُستهل هذا الجزء بمقولة لشاعر عصر التنوير ألكسندر بوب: «أفضل طريقة لدراسة البشرية هي دراسة الإنسان». وبصفته طبيبًا، يتبنى موخيرجي هذه العبارة كأنه هو قائلها؛ وهنا بدا الكتاب أكثر أُلفة. لقد أثرَى موخيرجي روايته حول تطوير شركات التكنولوجيا الحيوية في السبعينات بذكرياتٍ شخصية لبول بيرج،



تحليلات الحمض النووي تَعِد بإحداث تغيير في مجال الرعاية الصحية.

عالِم الكيمياء الحيوية، الحائز على جائزة «نوبل»، الذي عمل موخيرجي في مختبره في التسعينات. وهنا، تأتي مقاطع تَصِف المرضى الذين يعانون من أمراض جينية، تظهر مفعمة بالتعاطف الذي نودّ جميعًا أن نلمسه من أطبائنا. وفي مواقع أخرى من هذا الجزء، يذكر موخيرجي أمثلة من عائلته، وتحديدًا.. عمه، وابن عمه، اللذين عانا من الفصام؛ وبذلك يحدد إطارًا للسرد، ويضع نقطة انطلاق لدراسته لدور العوامل الوراثية في المرض.

إن تفسير موخيرجي لطريقة اكتشاف الأساس الجيني لداء هنتنجتون تفسير مؤثر بشكل خاص، إذ يغطي المآسي الشخصية التي تَعَرَّض لها العلماء الذين قاموا بالاكتشاف، وحماسهم نحو العمل. وكان من بينهم: نانسي وِكسلر، التي توفت والدتها بسبب هذا المرض؛ إذ يتضمن الكتاب وصفًا لأجواء منطقة عمل وِكسلر في فنزويلا، حيث يعاني قرابة 10% من السكان من مرض هنتنجتون. وفي تعليق ختامي، يعترف الكاتب بأن تلك المقتطفات لم تكن مستوحاة من زيارة فعلية للمنطقة كما كنتُ أتصوّر، بل من تقرير صدر عن برنامج وكالة بي بي سي «نيوز نايت» *Newsnight* حول وِكسلر، يمكن مشاهدته على موقع «يوتيوب». وبعض الكُتّاب ليسوا بهذا القدر من الصراحة فيما يتعلق بمَصادرهم.



الجين: تاريخ حميم
سيدهارتا موخيرجي
سكريبنر: 2016.

على أي حال، فإن إحدى تَبِعَات تركيز موخيرجي على الطب تتمثل في أن قِلّة من أبرز الاكتشافات المذهلة على الإطلاق من الجينوميات البشرية بالكاد تُذكر. وقد خُصِّصت جُمْلَتان في الكتاب للتزاوج الذي تم بين الإنسان العاقل *Homo sapiens*، وإنسان النياندرتال؛ أمّا اللقاءات الجنسية التي تمت بين جنسنا وإنسان «دينيسوفا» Denisovans الغامض؛ فلم تُذكر، إلا أن الإرث الجيني لهذه التداخلات قد يساعد في تفسير الجوانب الوبائية؛ إذ يبدو أن ثمة روابط بين الحمض النووي الخاص بإنسان النياندرتال، وعدد من الحالات المناعية والجلدية والنفسية، مثل الاكتئاب، والآفات الجلدية التي يُطلق عليها «التَّقْران السَّفْعِيّ». وإضافة إلى ذلك.. فحيث إنّ الكتاب يتمحور حول علم الوراثة الطبي، فأيّ قارئ يتوقع استكشاف حالة علم الوراثة بأكملها من خلاله؛ سيصاب بخيبة أمل، إذ لو كان عنوان الكتاب «جيناتنا» *Our Gene*، فلربما كان ذلك أنسب من عنوانه الحالي «الجين» *The Gene*.

أما القسم الأخير، فيتناول ما وصفه بيرج لموخيرجي بأنه «مستقبَل المستقبَل»، بسبب الاحتمالات المذهلة لمعالجة الجينوم البشري الموجودة في متناول أيدينا. ويحدِّد موخيرجي مسار صعود وهبوط العلاج الجيني في التسعينات بإحساس طبيب متعاطف مع القصص المأساوية المتعلقة بالتكنولوجيا؛ كما يناقش إمكانية تعديل الجينات بواسطة أدوات معينة، مثل كريسبر-كاس9. ويأتي هذا القسم كخاتمة، متضمِّنًا بعض أفضل ما يفعله موخيرجي، إذ قام بجمع قصص لمرضى حقيقيين، إلى جانب الإشكاليات الأخلاقية التي طرحتها حالاتهم. وفي هذه الحالة، يبرز التساؤل: ما الذي كان من الممكن أن يحدث، لو تم اختبار الاضطرابات التي يعانون منها؛ واكتشافها قبل الولادة، أو قبل عملية الانغراس؟

وفي نهاية الكتاب، يعرض موخيرجي بيانًا افتتاحيًّا للعيش في عالَم ما بعد الجينوم، يتضمن 13 نقطة تحدِّد معرفتنا بعلم الوراثة البشري وتأثيراته. ويختتم الكتاب بشكل لطيف قائلًا: «إننا بحاجة إلى مبادئ حيوية وثقافية واجتماعية جديدة؛ لتحديد أيٍّ من التدخلات الجينية يمكن السماح بها، أو منْعها، والظروف التي تصبح فيها هذه التدخلات آمِنة أو مشروعة». ولو تَضَمَّنَ الكتاب مواجهة أكثر انسجامًا مع المناقشات الأخلاقية والفلسفية والتاريخية، التي تمحورت حول هذه القضايا على مدى عقود؛ فربما كان من الممكن أن يؤدي ذلك إلى توضيح أكثر تفصيلًا لماهيّة هذه المبادئ. إنّ هذا الغموض يقود إلى الإحباط، إذ إن التوصيف المتعمق والمحفِّز للتفكير، الذي عرضه موخيرجي حول مخاوف تحسين النسل في الولايات المتحدة في بدايات القرن العشرين، يبيّن بوضوح إمكاناته في هذا الصدد ككاتب ومفكر. ■

ماثيو كوب أستاذ في علم الحيوان بجامعة مانشستر، المملكة المتحدة. آخِر كتاب نُشر له بعنوان: «سر الحياة الأعظم» *Life's Greatest Secret*.
البريد الإلكتروني: cobb@manchester.ac.uk

فيزياء المادة الكمية

أشباه جسيمات في مسار تصادمي

تتحكم كميات الزخم والشحنة الناشئة ـ التي يُطلق عليها أشباه جسيمات ـ في عديد من خصائص المواد؛ ومن ثم، فإن تطوير مصادم لها يبشِّر بالكشف عن المعالم الأساسية لهذه الكيانات الغريبة.

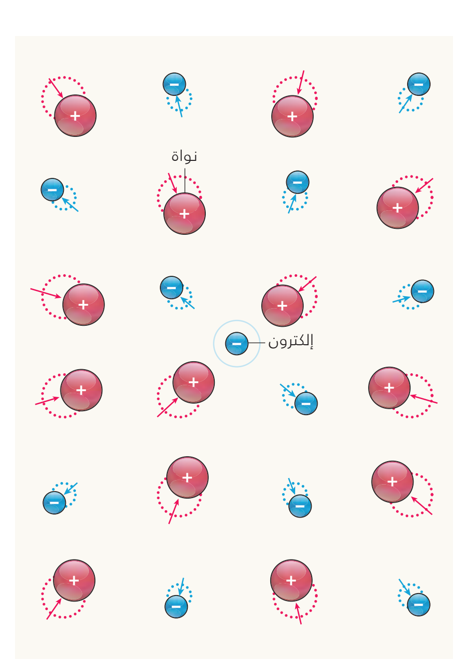
ديرك فان دير ماريل

ترتبط الإلكترونات والنوى الذرية معًا في المواد الصلبة، عن طريق شحناتها الكهربائية. فبنقل إلكترون إلى موقع جديد داخل مادة معدنية، تستجيب الإلكترونات والنوى الأخرى، وتحرك مواقعها هي الأخرى. ويُعَدّ هذا الإلكترون الذي ترتبط به استجابات الإلكترونات والنوى المحيطة مثالًا على شبه الجسيم (الشكل 1). وسيكون من الرائع إعداد مسارات أشباه الجسيمات تلك والتلاعب بها؛ لجعلها تصطدم ببعضها، ثم دراسة تأثير هذا الاصطدام، وذلك على غرار التجارب التي تتم في مسرِّعات الجسيمات. وفي بحث نُشر في دورية *Nature*، يستعرض لانجر وزملاؤه[1] أبعاد مثل هذه التجربة.

قام الباحثون بدراسة ثنائي سيلينيد التنجستن (WSe_2)، وهو عازل كهربائي؛ حيث قاموا بتوليد أزواج من أشباه الجسيمات في تلك المادة، واحدة سالبة الشحنة، والأخرى موجبة، باستخدام نبضة ضوئية فائقة القصر (تتراوح مدتها بين 10 و100 فيمتو ثانية؛ وتساوي الفيمتو ثانية الواحدة 10^{-15} من الثانية). وتم تعديل طاقة النبضة الضوئية وكثافتها ومُدّتها بدقة، بحيث تكون المسافة الأولية بين أشباه الجسيمات وسرعاتها النسبية محددة بدقة.

بعد ذلك، أطلق لانجر وزملاؤه أشباه الجسيمات في مسار خطي، أُنشئ عن طريق الاستعانة بمجال كهربائي من نبضة ضوئية ثانية، حيث تم ضبط قوة المجال ومدته وفترة تذبذبه لتوجيه أشباه الجسيمات لتصادم مباشر، تَسَبَّب في تدميرها، وفي انبعاث فوتون، وهو ما استطاع الباحثون رصده. لذا.. فإن التجربة مشابهة لدراسات تلاشي الإلكترون والبوزيترون معًا في مسرِّعات الجسيمات عالية الطاقة (البوزيترونات هي الجسيمات المضادة للإلكترونات، ما يعني أن شحنتها معاكسة للإلكترون، لكن كتلتها مساوية لكُتلته).

وبإمكان الباحثين ضبط الظروف المحيطة بنظامهم بطرق كثيرة، عن طريق ضبط المتغيرات التجريبية المشار إليها سلفًا، وكذا الفاصل الزمني بين توليد النبضات ورصدها. وقد قاموا تحديدًا بفحص تأثير التفاعل الكهربائي (يقاس بوحدة كولوم) بين اثنين من أشباه الجسيمات، شحناتهما متضادة. في ظروف مستقرة، يربط هذا التفاعل بين أشباه الجسيمات، مكوِّنًا جسيمًا مركبًا متعادلًا يُسمى إكسيتون، وهو مثال آخر على حالة جماعية يمكن وجودها في المواد الصلبة، تشبه إلى حد ما ذرات البوزيترونيوم (التي تتشكل من إلكترون واحد، وبوزيترون واحد). وقد حصل الباحثون على معلومات نوعية خاصة بالمادة المعنية، مثل طاقة ربط الإكسيتون، كما لاحظوا تعزيز مقطع التصادم (وهي كمية تتحكم في معدل تصادم أشباه الجسيمات) كنتيجة لقوة كولوم بين أشباه الجسيمات ذوات الشحنات المتضادة.



الشكل 1 | أشباه الجسيمات الناشئة. عندما ينتقل إلكترون إلى موقع جديد داخل مادة معدنية، فإن الإلكترونات والنوى الذرية الأخرى تحرِّك مواقعها؛ استجابةً له (تُظهِر الدوائر الفارغة المواقع الأصلية للإلكترونات والنوى المحيطة؛ حيث تحمل الإلكترونات شحنة سالبة، والنوى شحنة موجبة). إن الجمع بين الإلكترون وحركة الإلكترونات والنوى المحيطة يُعَدّ مثالًا على شبه جسيم، وهي ظاهرة جماعية تتصرف وكأنها جسيم وحيد. وقد قام لانجر وزملاؤه[1] بوصف نظام يسمح بدراسة تصادم أشباه الجسيمات مع بعضها البعض.

تكمن براعة الأدوات التجريبية الخاصة بلانجر وزملائه في أنها قد تسمح أخيرًا بدراسة أشباه الجسيمات وتفاعلاتها المتبادلة في المواد التي تنشأ فيها. فأشباه الجسيمات السالبة والموجبة في هذه التجربة تشبه الإلكترونات والبوزيترونات في الفراغ، إلا أنه يمكن أيضًا دراسة مجموعة غنية ومتنوعة من أشباه الجسيمات غير التقليدية، التي لا يوجد نظير معروف لها من الجسيمات الأولية. فعلى سبيل المثال.. عندما يتم إدخال إلكترون إلى أكسيد فلز انتقالي عازل ـ مثل تيتانيت السترونتيوم ($SrTiO_3$) ـ يجذب الإلكترون الأيونات الموجبة قليلًا إلى داخل المادة (SR^{3+} وTi^{4+})، لكنه ينفر أيونات الأكسيد السالبة (O^{2-}) بعض الشيء. وعندما يتحرك الإلكترون حول شبكة المركّب، تتحرك الإنزياحات الأيونية معه. ويُطلق على الجسيم الناتج (الإلكترون نفسه، وحركة الشبكة المصاحبة له) اسم بولارون[3,2]؛ حيث تختلف خصائصه وسلوكه عن الإلكترون، وعادةً ما تكون كتلته أكبر بضعفين، أو ثلاثة أضعاف.

وتظهر أشباه الجسيمات الأكثر غرابة في الغازات ثنائية الأبعاد الخاصة بالإلكترونات المتفاعلة في مجال مغناطيسي قوي، إلا أن شحنة أشباه الجسيمات تلك ما هي إلا جزء من شحنة الإلكترون، وقد تمثل الثُّلث (مثل الجسيمات الأولية التي تسمى كواركات)، أو الخُمس، أو السُبع، أو حتى جزءًا أصغر من ذلك[4,5].

وعند تطبيق مجال مغناطيسي على بعض الموصِّلات الفائقة، تظهر حالات طوبولوجية غريبة تُعرف بالدوّامات، تعادل أنابيب التدفق المغناطيسي. تتشكل الدوّامات والدوّامات العكسية بشكل تلقائي[6,7] في موصلات فائقة ثنائية الأبعاد، وربما من الممكن أيضًا توليدها باستخدام نبضات ضوئية. ومن شأن ذلك أن يفتح الطريق لدراسة تفاعلاتها باستخدام نهج لانجر وزملائه، بما في ذلك تلاشي أزواج الدوّامات، والدوّامات العكسية.

إن الاهتمام بأشباه الجسيمات لا يقتصر على المجال الأكاديمي، بل يحدد أيضًا العديد من خصائص ووظائف المواد، مثل المقاومة الكهربائية، والسعة الحرارية، والجاذبية المغناطيسية. وبالتالي، هناك أسباب عديدة لدراسة أشباه الجسيمات في المواد التي تتجلى فيها. ومن ثم، قَدَّم لانجر وشركاؤه في العمل استراتيجية جديدة، يستطيع من خلالها الفيزيائيون المختصون بالمادة المكثفة أن يتعاملوا مع مثل هذه الدراسات. ومن شأن ذلك أن يؤدي

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

إلى بزوغ رؤى جوهرية، كما يوفر طرقًا للسيطرة والتعامل مع أشباه الجسيمات الخاصة بحالات المادة المختلفة، التي يمكن أن تتحقق في المواد الصلبة.

وفي النهاية، سيمتلك عددٌ قليل فقط من المنشآت التجريبية هذا المزيج من التقنيات اللازمة لدراسة أشباه الجسيمات ذات الشحنات الجزئية، أو لدراسة تلاشي الدوّامة، والدوّامة العكسية في بُعْدين. وبالنسبة إلى المنشآت التي ستمتلك هذه التقنيات، يمكن لنهج لانجر وزملائه أن يُطبق بسهولة للبحث في خصائص البولارونات في مادة تيتانيت السترونتيوم، أو غيرها من أكاسيد الفلز الانتقالي، أو "الإلكترونات الثقيلة" التي تظهر في عديد من المواد، بسبب اقتران الإلكترونات المتحركة بتقلبات الاستقطاب المغناطيسي[10-8]. ووفقًا لبعض المدارس الفكرية، هناك مواد معينة وظروف خاصة لا ينطبق عليها مفهوم أشباه الجسيمات[11]، ومن شأن تجارب التصادم أن تساعد في تحديد حدود هذا المفهوم. ■

ديرك فان دير ماربل يعمل في قسم فيزياء المادة الكمية، جامعة جنيف، CH-1211 جنيف 4، سويسرا.
البريد الإلكتروني: dirk.vandermarel@unige.ch

1. Langer, F. *et al. Nature* **533,** 225–229 (2016).
2. Eagles, D. M., Georgiev, M. & Petrova, P. C. *Phys. Rev. B* **54,** 22–25 (1996).
3. van Mechelen, J. L. M. *et al. Phys. Rev. Lett.* **100,** 226403 (2008).
4. Tsui, D. C., Stormer, H. L. & Gossard, L. A. C. *Phys. Rev. Lett.* **48,** 1559–1562 (1982).
5. Laughlin, R. B. *Phys. Rev. Lett.* **50,** 1395–1398 (1983).
6. Berezinskii, V. L. *Sov. Phys. JETP* **32,** 493–500 (1971).
7. Kosterlitz, J. M. & Thouless, D. J. *J. Phys. C* **6,** 1181–1203 (1973).
8. Stewart, G. R., Fisk, Z., Willis, J. O. & Smith, J. L. *Phys. Rev. Lett.* **52,** 679–682 (1984).
9. De Visser, A., Franse, J. J. M., Menovsky, A. & Palstra, T. T. M. *Physica B+C* **127,** 442–447 (1984).
10. Mackenzie, A. P. & Maeno, Y. *Rev. Mod. Phys.* **75,** 657–712 (2003).
11. van der Marel, D. *et al. Nature* **425,** 271–274 (2003).

منتدى النِّقَاش علم الأعصاب

استكشاف الواقع الافتراضي

يتزايد استخدام علماء الأعصاب للواقع الافتراضي؛ لتسهيل دراسات سلوك الحيوان. وإذا كان السلوك في العالَم الافتراضي يحاكي السلوك الواقعي، فإن هذه المسألة تكون قابلة للنقاش. وهنا، يناقش العلماء نقاط القوة والضعف في هذا الأسلوب.

الموضوع بإيجاز

- تقلّد أنظمة الواقع الافتراضي (VR) مُدْخَلات العالم الحقيقي لواحدة أو أكثر من الدوائر العصبية الحسية للكائن الحيّ، ثم تقيس استجابته، وتطبّق التحديثات على المنبهات الحسية وفقًا لذلك.
- في معظم التجارب التي تُجرى على القوارض، يتلقى الحيوان معلومات بصرية من شاشة مجسّمة تزيد من امتداد مجال رؤيته. وتتحكم حركات الحيوان في تدفق المشاهد المرئية، ناسخةً بهذه الطريقة الاقتران الحسي الحركي الحادث في العالَم الحقيقي.
- تتقيد الحركة عادة بتثبيت رأس الحيوان القارض في موضعه؛ مما يسمح بأخذ قياسات دقيقة للنشاط العصبي، تُربط بالأفعال الحركية لدى الحيوانات المستيقظة، لا المخدّرة (الشكل 1).
- يَعتقِد كثير من الباحثين أن الواقع الافتراضي أداة قيِّمة لدراسة أنظمة التجوّل، والأنظمة الحسية.
- تشير مجموعة من الأبحاث[3-1] إلى أن الطريقة التي تتنقل بها الفئران في العالَمَين الحقيقي والافتراضي مختلفة.

أفضل ما في العالَمَين

ماتياس مايندرار، وكريستوفر هارفي

الواقع الافتراضي هو أداة قيّمة لفهم الوظيفة العصبية، لأنه يجمع بين تقنيات التحكم التجريبي الدقيق، والسلوكيات الطبيعية. فهو يسمح بإجراء التجارب التي لا يمكن الإقدام عليها في العالَم الحقيقي. هكذا ساعدتنا هذه التقنية على زيادة فَهْمنا للعمليات العصبية لدى مختلف الكائنات الحية، بدءًا من البشر، حتى الحشرات.

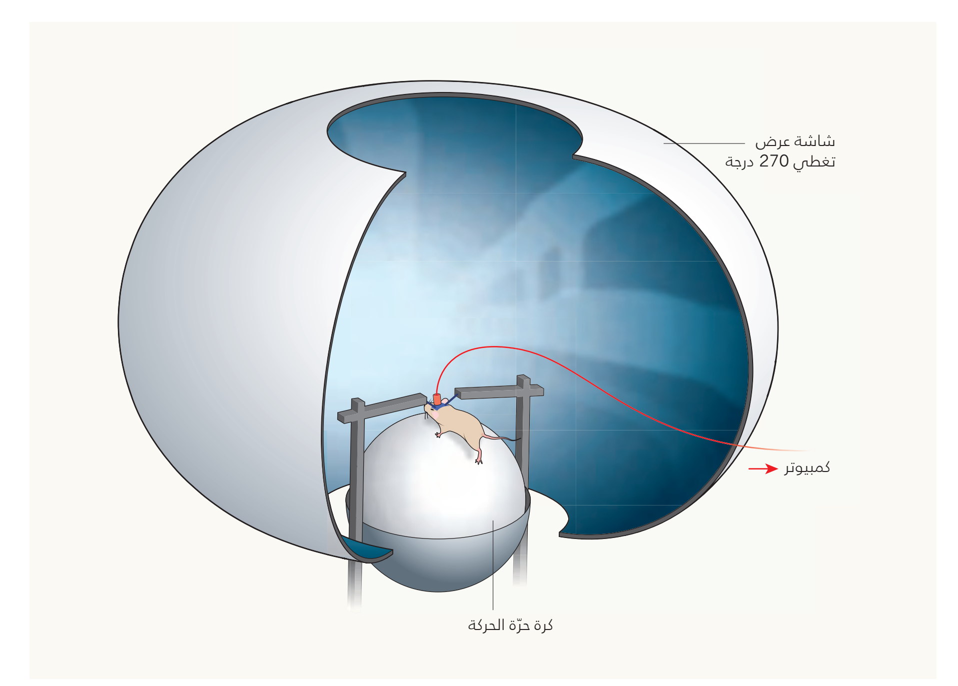
ما هي الفوائد التجريبية للواقع الافتراضي؟ أولًا، تتيح هذه التقنية للباحثين التحديد الواضح والشامل للمنبِّهات الحسّية التي تحمل معلومات عن العالَم الافتراضي. في تجارب العالَم الحقيقي، لا يمكن التحكّم في جميع الإشارات الحسية. فمثلًا، عند دراسة إسهام الإشارات البصرية في التجوّل، يمكن أن ترِد معلومات مربكة من محفّزات غير مقاسة من روائح وأصوات وقوام ومحفّزات دهليزية (معلومات داخلية حول التوازن والحركة). يقدّم الواقع الافتراضي وسيلة لإضافة أو إزالة الإشارات الحسية؛ لاختبار إسهام كل منها في رمز عصبي، ولتجميع حدّ أدنى لمجموعة من المحفّزات اللازمة لإنتاج سلوك معين، أو نموذج نشاط عصبي.

وتأتي الفائدة الثانية من القدرة على إعادة تحديد القوانين التي تربط أفعال الكائن بالتغيرّات الحادثة في عالمه. فعندما يستكشف حيوانٌ العالَم الحقيقي، يصعب أن نفرّق بين الاستجابات العصبية التي يمكن عزوُها إلى تصرفات الحيوان، وتلك التي تسبِّبها المحفّزات الحسية، نظرًا إلى ارتباطهما الثابت حسب قوانين الفيزياء. في الواقع الافتراضي، يمكن تعديل هذا الارتباط بطرق مفيدة، حيث يمكن فصل المظاهر الحسية والحركية عن طريق تغيير تقدُّم أو تأخير بين فعلٍ وما يترتب عليه من تحديث لاحق للبيئة الافتراضية، أو جَعْلها مستقلة عن بعضها البعض لفترات وجيزة . وهكذا، يمكن فصل المتغيرّات الحسية والحركية في أثناء السماح للكائن بالتفاعل بشكل طبيعي وفعّال مع العالَم الحسّي.

> **يمكن تصميم تجارب العالم الافتراضي لابتكار فوارق مفيدة بين الوظيفة العصبية في العالَمَين الحقيقي والافتراضي.**

ثالثًا، يزيد العالَم الافتراضي من مجموعة الأدوات المتاحة لقياس النشاط العصبي. ونظرًا إلى أن المشارك مقيّد الحركة عادةً، فمن الممكن تطبيق التقنيات التي تتصف بأنها إما غير ممكنة التطبيق، أو ذات نوعية أقل لدى الكائنات التي تتمتع بحرية التحرك. وهي تشمل التصوير الوظيفي بالرنين المغناطيسي، والتصوير الفلوري عالي الدقة، والفسيولوجيا الكهربية داخل الخلية العصبية الواحدة. وقد أظهرت دراسات عديدة أن الحيوانات يمكنها تنفيذ مهام التجوّل في العوالم الافتراضية[6-4]، ولكن جوانب التجوّل التي يمكن دراستها في الواقع الافتراضي تعتمد على الإعدادات التجريبية، كعدد الاشارات الحسية المحاكاة، ودرجة الاندماج الحسي، ومدى "طبيعية" تفاعل الكائن مع العالَم الافتراضي مثلًا. في تجارب العالَم الافتراضي ـ التي توفر مدخلات بصرية، وتسمح بدوران الجسم لإطلاق الإشارات الدهليزية ـ تتصف أنماط النشاط العصبي أثناء التجوّل باتساقها مع تلك المقاسة في تجارب العالَم الحقيقي[5]. والأكثر من ذلك.. تكشف الدراسات[3-1] التي تعمل على إزالة المدخلات الحسية الرئيسة ـ مثل تحفيز الدهليز ـ عن جوانب النشاط العصبي ذات الصلة بالتجوّل، التي تعتمد على المدخلات الدهليزية، والتي يمكن دعمها بالإشارات البصرية وحدها. لذا.. يمكن للعالَم الافتراضي أن يلخّص النشاط العصبي في الأوساط الحقيقية، ويمكن تصميم تجارب العالم الافتراضي لابتكار فوارق مهمة بين الوظيفة العصبية في العالَمَين.. الحقيقي، والافتراضي.

بشكل عام، أسفر العالَم الافتراضي عن عديد من الرؤى في التكامل الحسي الحركي، وصنع القرار والتجوّل[6]، ولكنْ مِن المهم أن نتذكر أن العالَم الافتراضي ـ مثل جميع الأساليب الاختزالية ـ يتطلب المفاضلة بين الإتاحة التجريبية المحسَّنة، والاتساق مع العمليات الطبيعية، ويعتمد الإعداد المثالي على السؤال المطروح للبحث. فعلى سبيل المثال.. في دراسات التكامل الحسي الحركي، من الأساسي فصل المتغيرات الحسية والحركية. في دراسات التجوّل، ثمة حاجة إلى محاكاة مقنعة لسبر النمط



الشكل 1 | فأر يستكشف العالَم الافتراضي. في أكثر تجارب العالَم الافتراضي نمطيةً، يكون الفأر مثبت الرأس فوق كرة، وأرجله حرة، تسمح له بتحريك الكرة في كل الاتجاهات. بتحريك الكرة، يتجول الفأر في عالَم افتراضي يُعْرض على شاشة كروية على شكل فطيرة تغطي 270 درجة أمامه. يمكّن تثبيت الرأس من قياس النشاط العصبي، وربطه بالأفعال الحركية التي تقود الحركة.

الداخلي للمشارك في العالم المادي. ويجب استخدام تقنية العالَم الافتراضي بتعقّل، لكي يتناسب استخدامها مع احتياجات المسألة موضع البحث. وبالطبع، ينطبق هذا المطلب على جميع الأدوات التجريبية الأخرى.

وباختصار، فإننا نَعتبِر أن تقنية العالَم الافتراضي تغلبت على الفارق بين السلوك الطبيعي، والأساليب الاختزالية التقليدية. وتُعَدّ هذه خطوة كبيرة إلى الأمام في دراسة السلوكيات المعقدة في كثير من الأنواع. ونظرًا إلى أن مجتمع مستخدمي تقنية العالَم الافتراضي آخِذ في النمو، ولأنّ تقنيات الواقع الافتراضي التجارية تتسع، فإننا نتوقع استمرار تزايد مجموعة تطبيقات العالَم الافتراضي، معزِّزة فهْمنا للوظائف العصبية.

ماتياس ميندرار، و**كريستوفر هارفي** من قسم البيولوجيا العصبية، كلية الطب، جامعة هارفارد، بوسطن، ماساتشوستس 02115، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: harvey@hms.harvard.edu

عالَم بعيد عن الواقع

فلافيو دوناتو، وإدفارد موسير

تمتلك تقنية العالَم الافتراضي مزايا واضحة تخدم دراسات الحسابات الحسية الحركية البسيطة، حيث تترافق مجموعة محددة من المدخلات ـ مثل تلك التي تقابل حركة حيوان ما ـ ترافقًا خطيًّا مع النتاج العصبي. على أي حال، تُثار بعض المخاوف الملحّة عند استخدام تقنية الواقع الافتراضي لدراسة الحسابات العليا، مثل التجوّل الحيّزي. يعكس التجوّل تكامل العديد من المدخلات الحسية. والمخْرجات الناتجة لا ترتبط خطيًّا بالإدراك الحسي، بل تعبر عن الاختزالات المعرفية.

يعتمد التجوّل المصمَّم لتحقيق هدف محدد على عدة أنواع من الخلايا الدماغية، ومن ضمنها خلايا المكان (التي تنشط عند وجود الحيوان في موقع معين)، وخلايا الشبكة (التي تنشط في مواقع متباعدة دوريًّا عبر البيئة)، وخلايا الحدود (التي تنشط انتقائيًّا على امتداد الحدود المحليّة)[7,8]. وعند تثبيت رأس الحيوان في مكان، يتمكن الباحثون من مراقبة نشاط هذه الخلايا العصبية بدقة عالية أثناء جَرْي الحيوان بين مواقع معينة في الفضاء الافتراضي. والسؤال الآن: هل تتجول الحيوانات في الواقع الافتراضي بالطريقة نفسها لتجوُّلها في الحياة الحقيقية؟

التنقل في العالم الحقيقي هو عملية متعددة الحواس، تدمج المحفزات البصرية، والشمية، واللمسية مع المعلومات الدهليزية والمعلومات المتعلقة بنشاط حركة أجزاء الجسم. وفي الواقع الافتراضي، لا يتم تنسيق هذه العناصر كثيرًا، وتُختزل خبرة الحيوان الحسية بشكل كبير إلى مجموع المدخلات البصرية، والحركة التي تسهل السيطرة عليها. ويتعيّن على الحيوان التغلب على التناقضات بين الإشارات البصرية التي تتبع الحركات والإشارات الثابتة في الواقع الافتراضي، مثل الرائحة، أو اتجاه الرأس. قد تغيِّر التداخلات بين الحركة والمدخلات الحسية من نشاط الخلايا العصبية المرمّزة للفراغ المكاني، لكي تعكس فقط المعلومات المنسَّقة مع الحركة، مثل المعالم المتغيرة بصريًّا، والمسافة المتراكمة[1,2]، على حساب الإشارات الأخرى. وقد يؤدي هذا بالباحثين إلى المبالغة في تقدير إسهام المدخلات البصرية بالنسبة إلى التجوّل، وقد يؤدي ـ في الحالات القصوى ـ إلى فقدان الحساب تمامًا[2].

ثمة قلق يتعلق بما إذا كان فقدان المُدخل الدهليزي المُرافق لتقييد الحركة يؤثر على حساب الحيوانات لمواقعها، أم لا.

وثمة قلق يتعلق بما إذا كان فقدان المُدخل الدهليزي المرافق لتقييد الحركة يؤثر على حساب الحيوانات لمواقعها، أم لا. قد لا يكون عدم التطابق المستمر بين المدخلات الدهليزية والبصرية ضارًّا في البيئات الخطية. فعندما يجري حيوانٌ في خط مستقيم، تقترن المدخلات البصرية تكرارًا ونمطيًّا بالمعلومات الحركية نفسها، التي يمكنها ـ مع التدريب المستمر ـ السماح للحيوان بالاستعاضة عن حالات عدم التطابق. على أي حال، قد يكون لعدم تطابق من هذا النوع تأثير أكبر في ساحات الواقع الافتراضي ثنائية الأبعاد، أو ثلاثية الأبعاد.

في الواقع، إذا كانت الحركة غير مقيّدة، فإن نشاط ترميز الموقع لخلايا المكان وخلايا الشبكة في الواقع الافتراضي ثنائي الأبعاد يكون مماثلًا لنظيره في العالم الحقيقي[5]. وفي تناقض صارخ مع هذا، يتعطل ترميز الموقع، ويبرز ترميز جديد عند تقييد حركة الجسم، أو تثبيت الرأس[2]. تُلْقِي هذه البيانات ظلالًا من الشك حول ما إذا كانت الطريقة التي قد يفسِّر بها الحيوان الفراغ ثنائي الأبعاد أو ثلاثي الأبعاد يمكن فهمها باستخدام الواقع الافتراضي في ظل ظروف تقييد الرأس أو الجسم، أم لا. وستكون الاستراتيجيات التعويضية لفقدان التزامن بين المعلومات الدهليزية وسلوك الحيوان تقدُّمًا مرحَّبًا به.

وأخيرًا، هل هناك تمثيل لجميع أنواع خلايا ترميز الموقع في التجوّل المعتمِد على الواقع الافتراضي ثنائي الأبعاد؟ ليس واضحًا ما إذا كانت خلايا الحدود والسرعة واتجاه الرأس تنشط، ولا كيف يتم تنشيطها عند تقييد الحركة. وإضافة إلى ذلك.. قد لا تنشط الخلايا بالطريقة نفسها في العالَمين. في أحد التحليلات[2]، كانت 60% من خلايا المكان النشطة في العالم الحقيقي صامتة في الواقع الافتراضي. وبينما تتحقق الدراسات عادةً من أن الخلايا النشطة في العالم الافتراضي لها تمثيل في جولات العالم الحقيقي، إلا أنّ التحقق بالاتجاه المعاكس ما يزال متأخرًا، على الرغم من وجود استثناءات لهذا الأمر[3].

منذ أكثر من 40 عامًا، غَيَّر عالِم الأعصاب جون أُوكِيف فهْمنا لفسيولوجيا التجوّل، عن طريق دراسة الفئران التي تبحث بحُرِّيَّة عن الغذاء. ومن خلال السماح بالتفاعلات الطبيعية الحسية والحركية اللازمة لتشكيل تمثيل داخلي للمكان، اكتشف أُوكِيف أول عناصر "الخريطة المعرفية"- خلية المكان[9]. ويمكن للواقع الافتراضي أن يوسّع هذا النهج البيئي إلى وظائف معرفية عليا. وللقيام بذلك بنجاح، فالتقنية لا تزال بحاجة إلى مزيد من التطور والتحقُّق من صحتها. ■

فلافيو دوناتو و**إدفارد موسير** في معهد كافلي لأنظمة العلوم العصبية، الجامعة النرويجية للعلوم والتكنولوجيا، 7491 تروندهايم، النرويج.
البريد الالكتروني: flavio.donato@ntnu.no;
edvard.moser@ntnu.no

1. Ravassard, P. *et al. Science* **340,** 1342–1346 (2013).
2. Aghajan, Z. M. *et al. Nature Neurosci.* **18,** 121–128 (2015).
3. Acharya, L. *et al. Cell* **164,** 197–207 (2016).
4. Harvey, C. D., Coen, P. & Tank, D. W. *Nature* **484,** 62–68 (2012).
5. Aronov, D. & Tank, D. W. *Neuron* **84,** 442–456 (2014).
6. Dombeck, D. A. & Reiser, M. B. *Curr. Opin. Neurobiol.* **22,** 3–10 (2012).
7. Moser, E. I., Kropff, E. & Moser, M.-B. *Annu. Rev. Neurosci.* **31,** 69–89 (2008).
8. Rowland, D. C., Roudi, Y., Moser, M.-B. & Moser, E. I. *Annu. Rev. Neurosci.* http://dx.doi.org/10.1146/annurev-neuro-070815-013824 (2016).
9. O'Keefe, J. & Dostrovsky, J. *Brain Res.* **34,** 171–175 (1971).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الكواكب

تفسير مُضَلَّعات "بلوتو"

فوق سطح كوكب بلوتو، يقع حوض "سبُوتْنِك بلانوم" المغطى بصفيحة من الجليد النيتروجيني، تنقسم بدورها إلى مُضَلَّعات غير منتظمة، يبلغ عرضها عشرات الكيلومترات. تكشف دراستان عن أن تيارات الحِمْل الحراري تتسبب في تكوين تلك المضلعات.

أندرو دومبارد، وشون أوهارا

تخيَّل مشهد شروق الشمس فوق سطح متجمد، ثم مع ارتفاعها في الأفق واختفائها خلف الجبال النائية، تتقهقر الظلال تدريجيًّا. لا تميِّز هذا السطح الجليدي أي سمة بارزة، غير عدم انتظام سطحه مع وجود بعض الارتفاعات البسيطة عبر مسافات ممتدة لعشرات الكيلومترات، ولا شيء يعوق تقهقر الظلال. هكذا تبقى السماء سوداء صامتة في عليائها بعد رحيل الشمس، وباردة عند درجة حرارة تبلغ فقط حوالي 35 درجة فوق الصفر المطلق. لقد بدأ الصباح في "سبُوتْنِك بلانوم" بكوكب بلوتو.

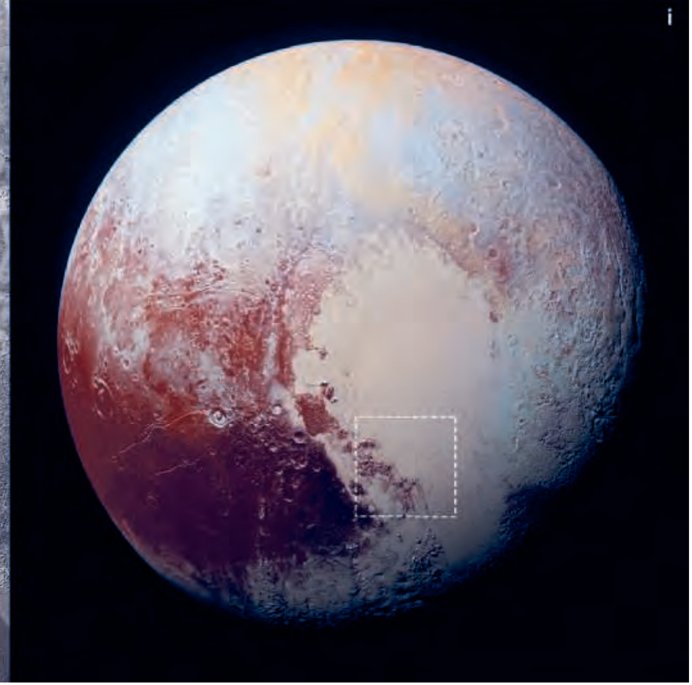
كشفت مهمات الطيران المنخفض فوق كوكب بلوتو وأقماره بواسطة مسبار المركبة الفضائية "نيو هورايزونز" ـ التابعة لوكالة ناسا ـ في يوليو 2015 عن عالم مذهل، لا يشبه أي شيء رُصد[1] من قبل. هذا العالم هو حوض "سبُوتْنِك بلانوم" ـ وهي تسمية غير رسمية ـ الذي يحظى باهتمام خاص، ويتميز بسطح ساطع مرصوف بشكل مستوٍ، ويبلغ قطره حوالي 1,200 كيلومتر، يملأه الجليد النيتروجيني (شكل 1). تبيِّن الصور[1] مرتفعة دقة الفصل سطحًا مقسمًا إلى خلايا مضلعة، يبلغ قطرها 10-40 كم، تكسوها نتوءات تتغذى من خلال أنهار الجليد النيتروجيني من الهضاب المحيطة. يستقصي تروبريدج وزملاؤه[2]، وماكينون وزملاؤه[3] تلك التضاريس المضلعة، وقد توصلوا إلى أنها تعاود الطفو إلى السطح بواسطة الحِمْل الحراري، مما يجعلها واحدة من أكثر الأسطح حداثة بالمنظومة الشمسية. وبذلك ينضم بلوتو إلى مجموعة أقمار أوروبا، وإنسيلادوس، وتيتان، وتريتون، لكونه جسمًا جليديًّا صغيرًا ونشطًا جيولوجيًّا في المنظومة الشمسية الخارجية، مختلفًا بذلك عن العوالم الباردة والميتة التي نتوقع وجودها في هذه المسافة البعيدة عن كوكب الشمس.

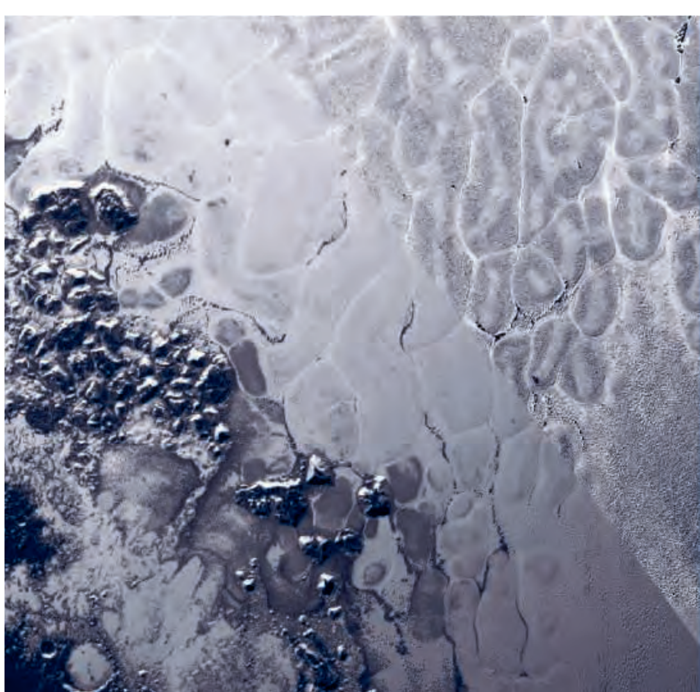
وقد كشف مسبار مركبة "نيو هورايزونز" عن طبيعة الجليد النيتروجيني فوق سطح بلوتو كمادة صلبة ضعيفة بنيويًّا، لها نقطة انصهار منخفضة للغاية (63 كلفنًا)، وينبغي لها أن تتدفق بلزوجة، حتى عند درجات حرارة بلوتو المنخفضة[4]. وكما هو الحال في الأجسام الكوكبية الأخرى، فجوف بلوتو أكثر دفئًا من سطحه، لأنه يتم تسخينه عبر تحلل الإشعاعي للنظائر الموجودة بالمكون الصخري منذ أمد طويل. وللكيفية التي تفلت بها تلك الحرارة عبر "سبُوتْنِك بلانوم" تبعات على الصفات الجيولوجية لسطحه. فبالنسبة إلى طبقة الجليد النيتروجيني الضعيف التي يبلغ سُمْكها 0.5-1 كم على الأقل، فإن الآلية الأكثر فعالية لانتقال الحرارة هي تيارات الحِمْل الحراري.

سوف تتسبب الحرارة في تمدُّد حراري محلي، نتيجة لتسخين المادة من القاع، مما يجعل المادة التي تم تسخينها أقل كثافة من بقية الجليد في أعلى. وفي حالة التوصيل بواسطة تيارات الحِمْل الحراري، تطفو وترتفع المادة الكثيفة، لتحمل محتواها الحراري باتجاه السطح، حيث يتم تبريدها، ومن ثم تهبط إلى أسفل. وتقاوم لزوجة طبقة الجليد هذه الحركة، التي لا يمكن للتوصيل الحراري بواسطة تيارات الحِمْل النجاح في مهمته، إلا إذا تغلب الطفو على مقاومة اللزوجة.

ويمكن تحديد مقدار هذا التنافس، حيث إنّ نسبة قوى الطفو إلى اللزوجة تقوم بتعريف مُعامِل عديم الأبعاد، معرَّف بعدد ريلاي. وإذا كان "عدد ريلاي" Rayleigh number أكبر من قيمة حرجة، فإن المادة تقوم بتوصيل الحرارة بواسطة تيارات الحِمْل. وقد اكتشف تروبريدج وزملاؤه، وماكينون وزملاؤه أن عدد ريلاي الخاص بالتضاريس المضلعة أكبر من القيمة الحرجة بعدة أضعاف. وتشير نتائجهم إلى أن الجليد النيتروجيني موصل حراريًّا بواسطة تيارات الحِمْل بشكل ضخم، وأن الأنماط الخلوية تمثل ذروة خلايا التوصيل بواسطة تيارات الحِمْل.

وإضافة إلى ذلك.. أبلغت المجموعتان عن أن سرعات تدفق تيارات الحِمْل في نطاق السنتيمترات لكل عام، مما يعني أن السطح ينقلب بحوالي 500 ألف عام إلى مليون عام. وتفسِّر إعادة التجدد السطحي السريع هذا نقص الفوهات التصادمية على الصفيحة الجليدية. وبشكل





الشكل 1 | سبوتنيك بلانوم. أ، أحدث تضاريس بلوتو، المسمى ـ بشكل غير رسمي ـ "سبُوتْنِك بلانوم"، هو صفيحة جليدية نيتروجينية (مرئية هنا كامتداد شاحب ضخم) يملأ حوضًا طوبوغرافيًّا. **ب،** تبين تلك الصورة المركّبة منظورًا أقرب إلى الجليد النيتروجيني، يكشف عن مضلَّعات غير منتظمة تبلغ حوالي 10-40 كيلومترًا من حيث القطر (الجزء العلوي من الصورة). تفيد الورقتان البحثيتان[2,3] بأن التضاريس التضليعية قد نتجت عن طريق تيارات الحِمْل الحراري في الجليد النيتروجيني.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

عام.. (كلما كان السطح الكوكبي أكثر قِدَمًا؛ حظي بتكوين فوهات تصادمية أكثر).

وبالرغم من أن الورقتين البحثيتين تفيدان بالنتيجة الأساسية نفسها، إلا أنهما تختلفان باستنتاجاتهما حول منظومة التوصيل بواسطة تيارات الحِمْل، التي تحدِّد نسبة أبعاد (العرض إلى العمق) الخاصة بخلايا الحِمْل الحراري، ومن ثَمَّ سُمْك طبقة الجليد النيتروجيني. يناظر تروبريدج وزملاؤه بأن التباين الخاص بلزوجة الجليد، الناتج عن فروق الإجهاد ودرجة الحرارة ضئيل، ولكن بدرجة تكفي لحدوث التوصيل بواسطة تيارات الحِمْل الحراري بمنظومة ريلاي – بينارد، التي تتميز بتكوين خلايا لها اتساعات مشابهة لأعماقها[5]. يبلغ حجم الخلية 10-40 كم. ويستلزم هذا أن يكون سُمْك طبقة الجليد 10 كم على الأقل.

في مقابل ذلك، يطرح ماكينون وزملاؤه تفسيرهم: حيث يؤدي اعتماد درجة الحرارة على الجليد النيتروجيني إلى تكوين نمط توصيل حراري يوصف بأنه "غطائي راكد"، حيث تكون اللزوجة أعلى عند الأسطح الأكثر برودة مما هي بالجوف[5]. وكما يشير المصطلح، يؤدي هذا إلى طبقة سطحية أكثر بطئًا من حيث الحركة، وخلايا أكثر اتساعًا من عمقها، مما يجعل عمق الطبقة 3-6 كم. ويدعم الباحثون ذلك الاستنتاج من خلال نمذجة عددية تعيد إنتاج خلايا الحِمْل الحراري بأحجام وطوبوغرافيا سطح تتسق مع الترصد.

إن تحديد سُمْك طبقة الجليد له أهميته في دراسة التاريخ الجيولوجي لكوكب بلوتو. ويتوقع ماكينون وزملاؤه أن حوض "سبُوتْنِك بلانوم" ـ على الأغلب ـ يمثل فوهة تصادم[3] غابرة، اعتمادًا على شكل وإهليلجية الحوض. ومن خلال تقييم الأمثلة الأخرى بالمنظومة الشمسية، ندرك أن حوض تصادم بذلك الحجم يمكنه بسهولة أن يلائم عمق الجليد النيتروجيني المقدَّر بواسطة ماكينون وزملائه، ولكن ليس العمق المقدَّر بواسطة تروبريدج وزملائه. وتتطلب توقعات الطرف الأخير تفسيرًا أكثر تعقيدًا لتشكُّل الحوض، والتطور الخاص به، مثل أن وزن الجليد النيتروجيني ربما كان قد أدَّى إلى هبوط الحوض.

تفيد الورقتان البحثيتان بأن مقدار الجليد بالحوض مكافئ للطبقة الشاملة عدة مئات من الأمتار من حيث العمق، ويتسق مع مخزون بلوتو الكلي للنيتروجين، لكن لا هذا ولا ذاك يوضح كيف يمكن تجميع تلك الكمية من مخزون النيتروجين.. هل كان ذلك لأسباب مناخية، مثلما يتكهن تروبريدج وزملاؤه، أم لأسباب جيولوجية، مثلما يقترح ماكينون وزملاؤه؟ مِن الواضح أن ذلك التموضع للنيتروجين كان حدثًا رئيسًا في تطوُّر كوكب بلوتو، الذي يقتضي استكشافه. ولحسن الحظ، فإن مسبار "نيو هورايزونز" سيستمر في نقل البيانات من بلوتو، حتى عودته إلى الأرض. ومن المأمول أن تمثل هاتان الورقتان الخطوة الأولى لِفَهْم أعمق لهذا العالَم البعيد. ■

أندرو دومبارد، و**شون أوهارا** يعملان في قسم علوم الأرض والبيئة بجامعة إلينوي في شيكاغو، شيكاغو، إلينوي 7059-60607، الولايات المتحدة الأمريكية.

1. Stern, S. A. *et al. Science* **350,** aad1815 (2015).
2. Trowbridge, A. J., Melosh, H. J., Steckloff, J. K. & Freed, A. M. *Nature* **534,** 79–81 (2016).
3. McKinnon, W. B. *et al. Nature* **534,** 82–85 (2016).
4. Yamashita, Y., Kato, M. & Arakawa, M. *Icarus* **207,** 972–977 (2010).
5. Schubert, G., Turcotte, D. & Olson, P. *Mantle Convection in the Earth and Planets* (Cambridge Univ. Press, 2001).

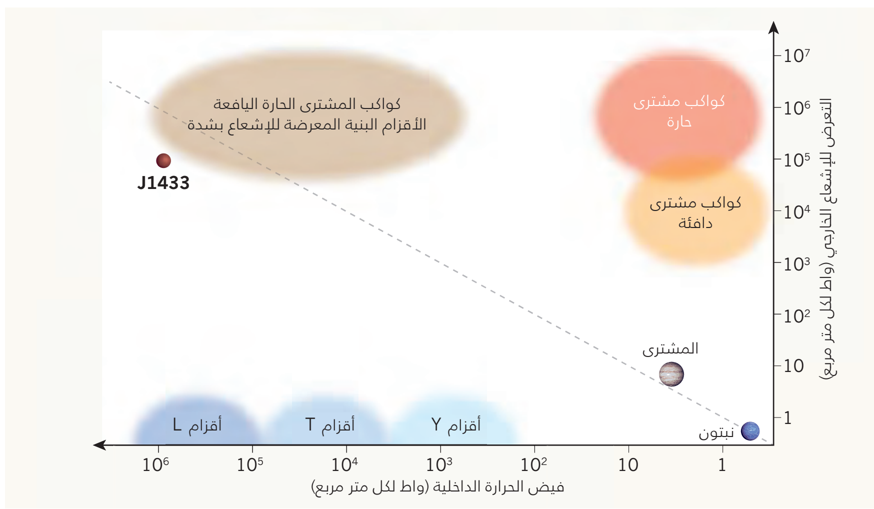
الفيزياء الفلكية

الأقزام البُنِّيَّة المضيئة

ما بين كتلة النجوم والكواكب، تقع كتلة الأجرام السماوية المعروفة باسم الأقزام البنية. وقد تزيل دراسةُ قزم بُنِّيّ حار معرض للإشعاع ـ من خلال نجم قريب ـ الفجوة المعرفية التي تحيط بتلك الأجرام الكوكبية المائعة.

آدم شومان

لا شك أن الإشعاع الوارد من نجم قريب يلعب دورًا حاسمًا في تشكيل درجة حرارة الغلاف الجوي، وكيميائه، ومناخه، وطقسه. أمّا كيف يمكن أن يؤدي تعرُّض نجم ما لأشعة من نجم آخر قريب ـ كما يحدث عادة في نُظم النجوم الثنائية ضيقة المدار ـ إلى اختلافات[1] ملحوظة في درجة حرارة بين الجانب المضئ (النهاري)، وجانبه المظلم (الليلي)، فلا زال غامضًا. ومع ذلك.. ليس هناك سوى عدد قليل من الأرصاد الموثقة لتأثير الإشعاع النجمي على أجواء فئة من الأجرام السماوية التي لها كتلة تقع ما بين النجوم والكواكب، وهي الأقزام البنية. يقدم إيرنانديز سانتيزتبان وزملاؤه[2] ملاحظات مثيرة للاهتمام لتحديد خصائص الغلاف الجوي، وتقدير فرق درجة الحرارة النهارية والليلية لقزم بُنّي معرض للإشعاع من نجم قريب. فعندما تبلغ النجوم الشبيهة بالشمس سن الشيخوخة، تتمدد طبقاتها الخارجية، مما يسمح لها بابتلاع أقرب الأجرام المدارية المرافقة. وفي كثير من الأحيان تنجو النجوم الصغيرة أو الأقزام البُنِّيَّة من هذا المصير، ولكن الاحتكاك الناجم عن الحركة المدارية للأجرام المرافقة ـ من خلال الطبقات الخارجية قليلة الكثافة للنجم ـ يعمل على سَحْبها للسقوط ببطء في دوامة نحو الداخل. وفي النهاية، ينفث النجم المتمدد طبقاته الخارجية إلى الفضاء، ليظهر كبقايا نجم يُسمى "قزمًا أبيض"، عادةً ما يكون في حجم الأرض، ولكن بكتلة تعادل نصف كتلة الشمس. وفي نهاية هذا التحول، غالبًا ما يتقلص مدار الرفيق إلى درجة تتلامس تقريبا فيها القزمان. إنّ النظام الموصوف من قِبَل إيرنانديز سانتيزتبان وزملائه، الذي يُسمى J1433، ما هو إلا نظام يتألف من نجمين قزمين: أبيض، وبُنّي. ويقترب هذان القزمان بشكل كبير، حتى إنهما يدوران حول بعضهما كل 78 دقيقة. لذلك.. تُشَوِّه جاذبية القزم الأبيض شكل القزم البُنِّي، وتسحب كتلته ببطء، لتتدفق ناحية القزم الأبيض. وقد أدى ذلك التقارب الشديد بين القزمين الأبيض والبُنِّي الى صعوبة تمييزهما بشكل فردي في الصور. ومع ذلك.. فإن درجة حرارة القزم الأبيض تتجاوز 13,000 كلفن (أكبر من ضعف من درجة حرارة سطح الشمس)، مما يتسبب في صدور معظم إشعاعه في صورة موجات قصيرة من الأشعة فوق البنفسجية. وعلى النقيض من ذلك.. تبلغ درجة حرارة سطح القزم البُنِّي حوالي 2,400 كلفن، ومن ثم يصدر معظم إشعاعه في المنطقة الطيفية القريبة من الأشعة تحت الحمراء. ورغم أن فيض الطاقة الكلي يصدر من القزم الأبيض، إلا أن القزم البُنِّي الأكثر برودة يهيمن على تدفق الأشعة تحت الحمراء القريبة. ومن ثم، فإن الإشعاع في هذا النطاق الموجي يسمح بتمييز الغلاف الجوي للقزم البُنِّي. وقد حصل إيرناندز سانتيزتبان وزملاؤه على أطياف عالية الدقة امتدت من الأشعة فوق البنفسجية



الشكل 1 | فضاء عياري واسع النطاق للأجرام السماوية المائعة. تتعرض الكواكب المائعة والأقزام البُنِّيَّة (وهي تمثل كتلة وسطية بين الكواكب والنجوم) لمدى واسع من فيوض الحرارة الداخلية والإشعاعات الخارجية من النجوم القريبة. وتتميز الكواكب العملاقة في نظامنا الشمسي ـ مثل نبتون، والمشترى ـ بتدفق فيض حراري[8] داخلي وخارجي ضعيف، بينما تتعرض كواكب المشترى الدافئة والحارة ـ وهي كواكب تكافئ حجم المشترى خارج المجموعة الشمسية ـ لفيض خارجي[9] أعلى بكثير، بينما تتعرض الأقزام البُنِّيَّة من نوع Y, T و L لفيض داخلي كبير[10]. نشر إيرناندير سانتيزتبان وزملاؤه[2] أرصادًا من نظام J1433، وهو نظام يبدو فيه قزم بُنّي في مدار ضيق حول قزم أبيض. هذا القزم البُنِّي لديه فيض داخلي عالٍ، كما يتعرض أيضًا لإشعاع خارجي مرتفع. ولذا.. فإن دراسة أقزام بُنِّيَّة أخرى ـ مثل J1433، وكواكب المشترى الحارة اليافعة ـ ستوفر معلومات؛ من شأنها بناء صورة كاملة عن ديناميكيات الغلاف الجوي في الكواكب المائعة، والأقزام البُنِّيَّة. وتشير الأشكال البيضاوية إلى نطاقات تقريبية، بينما يشير الخط الرمادي المتقطع إلى تَسَاوِي فيوض تدفق داخلي وخارجي.

إلى الأشعة تحت الحمراء، مما سمح لهم بتمييز الضوء القادم من القزمين، كلٍّ على حدة. ولتحديد كيفية تأثُّر القزم البُنّي بأشعة النجوم، تَتَبَّع الباحثون تغيرات الأشعة تحت الحمراء، الصادرة من القزم البني، على طول مداره. يقع مستوى مدار النظام تقريبًا على خط أفق الأرض، مما يعني أن ليل ونهار نصفي القزم البُنّي يدوران داخل وخارج منظور الرؤية خلال مداره. وقد توصلت أرصاد الباحثين إلى أن متوسط درجة حرارة الجانب النهاري أكثر دفئًا بحوالي 57 كلفنًا من متوسط درجات حرارة الجانب الليلي. وأسخن منطقة في الجانب النهاري أكثر دفئًا بحوالي 200 كلفن من أبرد منطقة في الجانب الليلي.

وتُعَدّ هذه الأرصاد مهمة، نظرًا إلى الجهد الكبير المبذول خلال العقدين الماضيين لفَهْم الغلاف الجوي للكواكب خارج المجموعة الشمسية المعرَّضة للإشعاع التي تُسَمَّى كواكب المشترى الحارة ـ حيث إن كتلتها تقارب كتلة المشترى ـ والتي تدور بشكل قريب جدًّا من النجوم، حتى إنّ الضوء الصادر منها يغطي عليها. وعادةً ما تتميز كواكب المشترى الحارة بجانب نهاري أكثر سخونة بعدة مئات من درجات الحرارة الكلفنية من جانبها الليلي[3,4]، لكنها عادةً ما تكون باهتة بمقدار 1,000-10,000 مرة تقريبًا من النجوم التي تستضيفها في طيف الأشعة تحت الحمراء، مما يجعل رصدها صعبًا للغاية. وتشير حقيقة أن الأقزام البُنّيّة في أنظمة مثل J1433 هي أكثر إشراقًا في طيف الأشعة تحت الحمراء من أقرانها البيضاء، إلى أن أجواء هذه الأجرام المعرَّضة للإشعاع يمكن وصفها بسهولة أكثر من كواكب المشترى الحارة، وهو ما قد يساعد في الأبحاث الخاصة بالكواكب الأصعب في الرصد. ومن المعروف أن هناك العديد من ثنائيات الأقزام البيضاء والبُنّيّة الأخرى في الكون، مما قد يسفر عن محددات في فَهْم مناخ تلك الأجرام المائعة المعرَّضة للإشعاع، مثل نظام J1433 (المراجع 5 و6). وتسمح الأنظمة الشبيهة بنظام J1433 بإجراء مقارنات بالأقزام البُنّيّة الأخرى. وأغلب الأقزام البُنّيّة الأكثر شهرة معزولة، ولا تستقبل أي إشعاع، ولذلك فإنها تفقد حرارتها الداخلية تدريجيًّا، وبالتالي تبرد على مدى مليارات السنين. وتنقل هذه الحرارة الداخلية من خلال الحِمْل الحراري، مما يدفع إلى دوران نشط للغلاف الجوي، الذي يظهر كغيوم متفاوتة، ومتغيرة مع الزمن، مما يتسبب في تغيرات كبيرة في تدفق الأشعة تحت الحمراء زمنيًّا[7]. هذا.. ويُبذل الكثير من الجهد لفهْم هذا التباين، والعمليات التي تتحكم في تفاوت شكل السطح، حيث إنه من غير المعلوم إلى أي مدى سيتم تعديل هذه العمليات الديناميكية عن طريق الأشعة الخارجية. وقد تساعد الملاحظات المستقبلية لـنظام J1433 وغيره من الأقزام البنية[5,6] المعرضة للإشعاع على الإجابة على هذا السؤال.

تواجه الكواكب العملاقة في نظامنا الشمسي ـ مثل المشترى، وزحل، ونبتون ـ تدفقًا حراريًّا داخليًّا وخارجيًّا ضعيفًا ومتساويًا تقريبًا[8]. وعلى النقيض من ذلك.. تتلقى كواكب المشترى الحارة تدفقًا خارجيًّا أكبر بنحو ألف إلى مليون مرة من التدفق الداخلي المتوقع[9] لها، وهو ما يفسر كيف تستجيب تقلبات الغلاف الجوي عندما يهيمن التأثير الخارجي. أمّا الأقزام البنية المعزولة، فهي على النقيض تمامًا من ذلك، حيث التدفق الداخلي هائل، لكنه عادة لا يتلقّى أي إشعاع خارجي يُذكر. لذلك.. تحدد هذه الأنواع من الأجرام السماوية ثلاثة أركان لفضاء عياري واسع معرَّض للإشعاع الخارجي، وتدفق الحرارة الداخلية التي تغطي العديد من القِيَم الأُسِّيّة في كلا المتغيرين (الشكل 1). وحتى سنوات قليلة مضت، كنا نفتقد أرصادًا مُحَدِّدة لسلوك الغلاف الجوي للأجرام تحت النجمية الموجودة في الركن الرابع من هذا الفضاء العياري.. تلك التي تتعرض لمقدار هائل من الأشعة الخارجية، وفيض حرارة داخلية يساوي قيمًا أُسِّيّة للعدد 10.

قد يجيب نظام J1433 وما يتصل به من ثنائيات الأقزام البُنّيّة والبيضاء عن هذه الأسئلة، كما قد يكون حاسمًا في فهْم كيفية اعتماد تقلُّب الغلاف الجوي على القوى الداخلية والخارجية. استدَلّ إيرنانديز سانتيزتبان وزملاؤه من أن الفرق الصغير في درجة الحرارة بين الليل والنهار في العديد من كواكب المشترى الحارة[3,4] ينتج بشكل شبه مؤكد من الحرارة الشديدة التي يُزَوَّد بها الغلاف الجوي من داخل القزم البني نفسه، ولكن تفاعل التأثيرات الداخلية والخارجية قد تكون له عواقب أخرى، لا تُعَدّ، ولا تُحصى، ولا تزال غير مفهومة.

ويشير إيرنانديز سانتيزتبان وزملاؤه إلى أن نظام J1433 مثير للاهتمام بأشكال أخرى، حيث بدأ ذلك القزم البني حياته كنجم، ولكنه أصبح قزمًا بنيًّا بعد تسرُّب كتلته إلى القزم الأبيض، وهو التغير الذي قد يؤثر على بِنْيَته الداخلية ودوران غلافه الجوي. وإضافة إلى ذلك.. وبسبب صدفة محاذاة مدار نظام J1433 مع خط أفق الأرض، فإن الأقزام البنية والبيضاء تعترض مسار بعضها البعض مرة بعد انتهاء كل دورة؛ مما يوفر فرصة لتمييز تكوين الغلاف الجوي والبِنْيَة الحرارية بالطريقة المعتادة نفسها لأنظمة المشترى الحارة. ■

آدم شومان يعمل في قسم علوم الكواكب ومختبر القمر والكواكب، جامعة أريزونا، توكسون، أريزونا 85721، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: showman@lpl.arizona.edu.

1. Davey, S. & Smith, R. C. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **257,** 476–484 (1992).
2. Hernández Santisteban, J. V. *et al. Nature* **533,** 366–368 (2016).
3. Stevenson, K. B. *et al. Science* **346,** 838–841 (2014).
4. Komacek, T. D. & Showman, A. P. *Astrophys. J.* **821,** 16 (2016).
5. Steele, P. R. *et al. Mon. Not. R. Astron. Soc.* **429,** 3492–3500 (2013).
6. Casewell, S. L. *et al. Mon. Not. R. Astron. Soc.* **447,** 3218–3226 (2015).
7. Artigau, E., Bouchard, S., Doyon, R. & Lafrenière, D. *Astrophys. J.* **701,** 1534–1539 (2009).
8. Ingersoll, A. P. *Science* **248,** 308–315 (1990).
9. Baraffe, I., Chabrier, G. & Barman, T. *Rep. Prog. Phys.* **73,** 016901 (2010).
10. Marley, M. S. & Robinson, T. D. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.* **53,** 279–323 (2015).

الاكتئاب

الكيتامين يغادر الظلمة

لطالما كانت الطريقة التي يعمل بها الكيتامين لمحاربة الاكتئاب أمرًا محيرًا.. لكن في الوقت الحالي، قد يكمن مفتاح الإجابة في الأدلة الحديثة، التي تبيِّن أن أحد مستقلبات العقار هو المسؤول عن إحداث الأثر المطلوب، وأنه يعمل على هدف غير هدف الكيتامين.

روبرتو مالينو

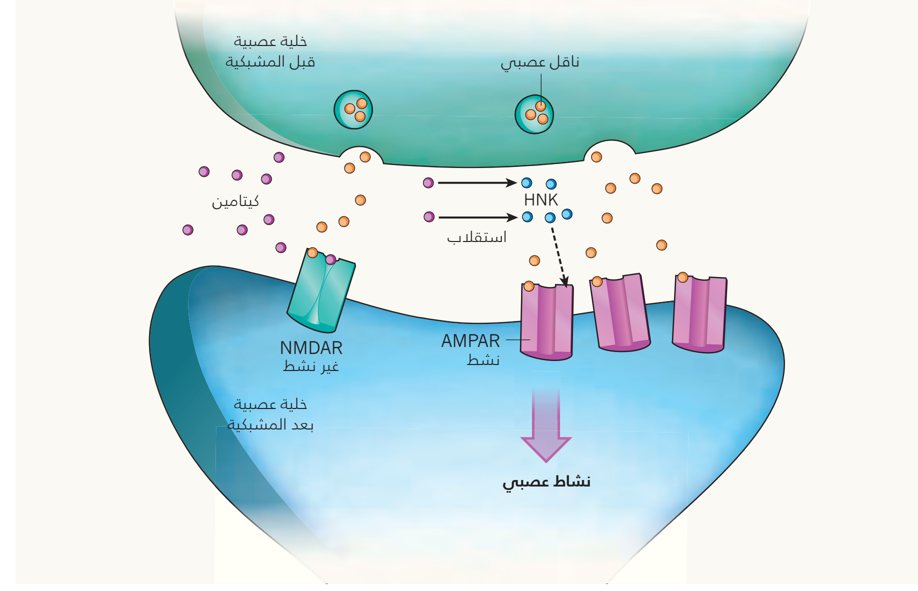
أشار الروائي وليم ستايرون ـ الذي عانى من الاكتئاب ـ إلى هذا الاضطراب النفسي باعتباره عاصفة من السواد تهدر في الدماغ، وكتب[1] قائلًا إن "أكثر الكتب حكمةً حول هذا الاضطراب تؤكد على الحقيقة الثابتة بأن الاكتئاب الحاد لا يختفي بين عشية وضحاها". في واقع الأمر، الاكتئاب نوع مؤلم من الاضطراب النفسي، وكثيرًا ما يكون مميتًا أيضًا، وهو عادةً ما يتطلب شهورًا أو أكثر من العلاج، كما أنه في نحو ثلث المصابين به يكون عالي المقاوَمة للعلاج[2]. وبرغم أن الكيتامين علاج جذاب، إذ يستطيع العمل بسرعة وفعالية حتى في حالات الاكتئاب المقاوِم للعلاج[3-6]، إلا أن له آثارًا جانبية، كما أنه لا يأتي بالنتيجة المرغوبة في كل الأوقات. ولطالما جرت مساعٍ واسعة النطاق لفهْم آلية عمل الكيتامين، من أجل تحسين العلاجات. وفي هذا الصدد، في بحثهم المنشور بدورية *Nature*، قدَّم زانوس وزملاؤه[7] عددًا من الأدلة التي تشير إلى أن الكيتامين ـ في حد ذاته ـ ليس هو المسؤول عن تأثيرات العقار المضاد للاكتئاب، بل أحد مُسْتَقلباته.

يتميز الكيتامين بأنه ذو ألفة عالية نسبيًّا للبروتين المستقبل NMDA (يسمى اختصارًا NMDAR[8])، ويمكنه تثبيط نشاطه. ولعل أشهر ما يُعرف عن هذا المستقبل هو ضرورة وجوده[9] في عملية "زيادة الفعالية طويلة الأجل" (LTP)، التي تحدث على نطاق واسع في الدماغ، بينما تتقوى مناطق الاتصال المشبكي بين الخلايا العصبية معززّة الإشارات العصبية[10]؛ وتكمن الإشارات المعززّة التي تنتجها زيادة الفعالية طويلة الأجل تلك وراء تشكيل الذكريات الترابطية[11,12].

إذَن، كيف يمكن للتثبيط العابر للمستقبل NMDAR ـ وربما زيادة الفعالية طويلة الأجل أيضًا ـ أن يكون له تأثير سريع ومديد على الاكتئاب عند البشر؟ نظرًا إلى دور زيادة الفعالية طويلة الأجل في تشكيل الذاكرة، قد يكون من المنطقي افتراض أن الكيتامين يُحْدِث تثبيطًا وجيزًا في تكوين الذكريات، لكن حتى لو كان ذلك صحيحًا، فكيف يمكنه تخفيف الاكتئاب؟ بالنسبة إلى عديد من المتخصصين في الفسيولوجيا، لم تكن الفكرة القائلة إنّ تثبيط المستقبل NMDAR قد يعالج الاكتئاب فكرة منطقيةً على الإطلاق.

وقد أثارت التجارب الأولية لزانوس وزملائه شكوكًا حول آلية عمل الكيتامين المتواسَطة بالمستقبل NMDAR (الشكل 1). قارن المؤلفون بين تأثيرات بِنْيَتين مختلفتين، أو مصاوغين مرآتيين للكيتامين، يُدعيان (*S*)-كيتامين، و(*R*)-كيتامين، وهما عادة ما يتم إعطاؤهما معًا. وبالمقارنة، يظهر أن (*S*)-كيتامين أفضل بثلاث إلى أربع مرات عن (*R*)-كيتامين[13] في تثبيط المستقبل NMDAR؛ وهكذا فمن المتوقع أن يكون هو مضاد الاكتئاب الأفضل ضمن نموذج تثبيط المستقبل NMDAR، بينما وجد أن (*R*)-كيتامين أكثر فاعلية بعدة أضعاف في إنقاص السلوكيات الشبيهة بالاكتئاب في نماذج فأرية. وإضافة إلى ذلك.. أكّد المؤلفون[14] أنه حتى المثبطات الأقوى للمستقبل NMDAR ـ التي ترتبط بالموقع نفسه الذي يرتبط به الكيتامين ـ تفشل في إحداث آثار مستدامة مماثلة لمضادات الاكتئاب.

إذًا، أين المسؤول عن تأثيرات الكيتامين العلاجية؟ تأتي اللمحة الأولى للإجابة على ذلك إثر المقارنة بين نشاط الدواء في الفئران الذكور والإناث، إذ أكّد زانوس وزملاؤه صحة ملاحظة سابقة[15]، تتلخص في كون هناك حاجة إلى أخذ جرعة أقلّ من الكيتامين؛ للحدّ من السلوكيات الشبيهة بالاكتئاب في الإناث، مقارنة بالذكور. ولا يمكن تفسير هذا الأمر بالمستويات المختلفة للكيتامين في المخ، إلا أن الباحثين وجدوا أن مستويات مستَقلب الكيتامين - هيدروكسي نور كيتامين (HNK)



الشكل 1 | الوسيط الاستقلابي للكيتامين. إن الطريقة التي يُحْدِث بها الكيتامين تأثيراته المضادة للاكتئاب غير معروفة، إلا أن هناك فرضية متداوَلة تشير إلى أنه يعمل عن طريق الارتباط بالبروتين المستقبِل NMDA (ويسمى اختصارًا NMDAR) الموجود على الخلايا العصبية بعد المشبكية، مانعًا جزيئات الناقلات العصبية التي يتم إطلاقها من الخلايا العصبية قبل المشبكية من تفعيل NMDAR؛ ما يؤدي إلى تثبيط عملية التأشير المحفزة من قِبَل المستقبِل. وبالمقارنة، يشير زانوس وزملاؤه[7] إلى أن أحد مستقلبات الكيتامين - ويدعى هيدروكسي نور كيتامين (HNK) - هو الذي يُحْدِث التأثير المضاد للاكتئاب. وهم يقدمون الأدلة على أن مركّب HNK هذا ـ عبر وسائط غير معروفة ـ يرفع مستويات بروتين مستقبِل عصبي آخر، هو AMPAR، عند مناطق التشابك العصبي (السهم المتقطع)، محفزًا النشاط العصبي، لكن الكيفية التي يؤدي ذلك من خلالها إلى إحداث تأثير مضاد للاكتئاب لا تزال غير واضحة.

- كانت أعلى في أدمغة الإناث بعدة أضعاف مستوياته في الذكور، بعد إعطاء الحيوانات الجرعة نفسها من الدواء. وقد أدى الحدّ من عملية استقلاب الكيتامين إلى مركب HNK إلى إنقاص فعالية الكيتامين في السلوكيات المرتبطة بالاكتئاب في الفئران. وإضافة إلى ذلك.. فقد أدى علاج الحيوانات بمركّب HNK إلى إحداث التأثيرات السريعة والمستدامة نفسها، المشابهة لتأثيرات مضادات الاكتئاب المشاهَدة بعد العلاج بالكيتامين. وكما هو الحال مع الكيتامين، فقد أبدى المصاوغ المرآتي لمركّب HNK من نوع (*R*) تأثيرات شبيهة بتأثيرات مضادات الاكتئاب، بشكل أكثر فعالية عن النوع (*S*). والأهم من ذلك.. أن الباحثين أثبتوا عدم ارتباط HNK بالمستقبِل NMDAR، وعدم تثبيطه له أيضًا.

إن تلك النتيجة، التي تفيد بأن تأثيرات الكيتامين المضادة للاكتئاب غير متواسطة بتأثيراته على المستقبِل NMDAR، هي بمثابة تقدم كبير، إلا أنها تقود إلى سؤال منطقي، لم تتم الإجابة عليه: ما هو الهدف الجزيئي لمركّب HNK المسؤول عن هذه التأثيرات؟ من المتوقع أن يحفز هذا السؤال العلماء الأكاديميين؛ للبحث فيه، وربما أيضًا شركات المستحضرات الدوائية الكبيرة، التي دأبت على إنفاق الأموال الطائلة؛ من أجل تطوير مثبطات للمستقبِل NMDAR لعلاج الاكتئاب. وفي الغالب، سيتم ترشيح أهداف جديدة عمّا قريب.

وعلى الرغم من أن زانوس وزملاءه لم يحددوا هدفًا علاجيًّا، إلا أنهم قاموا بدراسة دور بروتين مستقبل عصبي آخر، يُدعى AMPAR، يتركز عند مناطق التشابك العصبي، ويتواسط معظم عمليات النقل العصبي في المخ؛ فوجدوا أن عقارًا يُسمى NBQX يحدّ من فعالية المستقبِل AMPAR في كل مناطق المخ، قد منع ـ بل وعَكَس أيضًا ـ تأثيرات الكيتامين ومستقلَبه HNK في الفئران، الشبيهة بتأثيرات مضادات الاكتئاب. وما يثير الدهشة أن عقارًا يحدّ بشكل عشوائي من عمليات النقل في كل الدارات الدماغية تقريبًا يمكنه أن يغيّر التأثيرات شديدة النوعية لكل من الكيتامين، ومستقلَبه HNK.

ويُظْهِر الباحثون أيضًا أن التطبيق العابر لمركّب HNK يسبب زيادة طويلة الأمد في النقل المشبكي المتواسَط بالمستقبل AMPAR (الشكل 1)، لكن الطريقة التي يؤدي بها هذا التأثير إلى تخفيف الاكتئاب ليست واضحة، إلا إذا كان مركّب HNK يعمل بشكل خاص على تعديل مناطق التشابك العصبي، التي تبدي تراجعًا في وظيفتها أثناء الاكتئاب[16]. وتبقى هناك حاجة إلى إثبات هذه الوظيفة المستهدفة، الخاصة بمركّب HNK.

وأخيرًا، يبين زانوس وزملاؤه أن مركّب HNK لا يستجلب العديد من الآثار الجانبية المعرفية والحركية التي ارتبطت بالكيتامين. وهكذا، فإن هذه الدراسة بمثابة تَقَدُّم مهم. ومع ذلك.. يبقى الهدف الجزيئي لمركّب HNK وآليّة عمله بحاجة إلى أن يتم تحديدها. فإن التطورات من هذا النوع قد تساعد في تطوير علاجات أكثر نوعية وفاعلية، مما يتيح للمصابين بالاكتئاب الخروج من ظلمات هذا الاضطراب النفسي. ■

روبرتو مالينو يعمل في قسم العلوم العصبية، كلية الطب، وفي قسم البيولوجيا العصبية، كلية العلوم الحيوية، جامعة كاليفورنيا، سان دييجو، لاهويا، كاليفورنيا 92093، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: rmalinow@ucsd.edu

1. Styron, W. *Darkness Visible: A Memoir of Madness* (Random house, 1990).
2. Trevino, K., McClintock, S. M., McDonald Fischer, N., Vora, A. & Husain, M. M. *Ann. Clin. Psychiatry* **26,** 222–232 (2014).
3. Berman, R. M. *et al. Biol. Psychiatry* **47,** 351–354 (2000).
4. Zarate, C. A. Jr *et al. Arch. Gen. Psychiatry* **63,** 856–864 (2006).
5. McGirr, A. *et al. Psychol. Med.* **45,** 693–704 (2015).
6. DiazGranados, N. *et al. J. Clin. Psychiatry* **71,** 1605–1611 (2010).
7. Zanos, P. *et al. Nature* **533,** 481–486 (2016).
8. Anis, N. A., Berry, S. C., Burton, N. R. & Lodge, D. *Br. J. Pharmacol.* **79,** 565–575 (1983).
9. Collingridge, G. L., Kehl, S. J. & McLennan, H. *J. Physiol. (Lond.)* **334,** 33–46 (1983).
10. Bliss, T. V. P. & Lømo, T. *J. Physiol. (Lond.)* **232,** 331–356 (1973).
11. Morris, R. G., Anderson, E., Lynch, G. S. & Baudry, M. *Nature* **319,** 774–776 (1986).
12. Nabavi, S. *et al. Nature* **511,** 348–352 (2014).
13. Ebert, B., Mikkelsen, S., Thorkildsen, C. & Borgbjerg, F. M. *Eur. J. Pharmacol.* **333,** 99–104 (1997).
14. Autry, A. E. *et al. Nature* **475,** 91–95 (2011).
15. Carrier, N. & Kabbaj, M. *Neuropharmacology* **70,** 27–34 (2013).
16. Li, N. *et al. Science* **329,** 959–964 (2010).

علم الأجنة البشرية

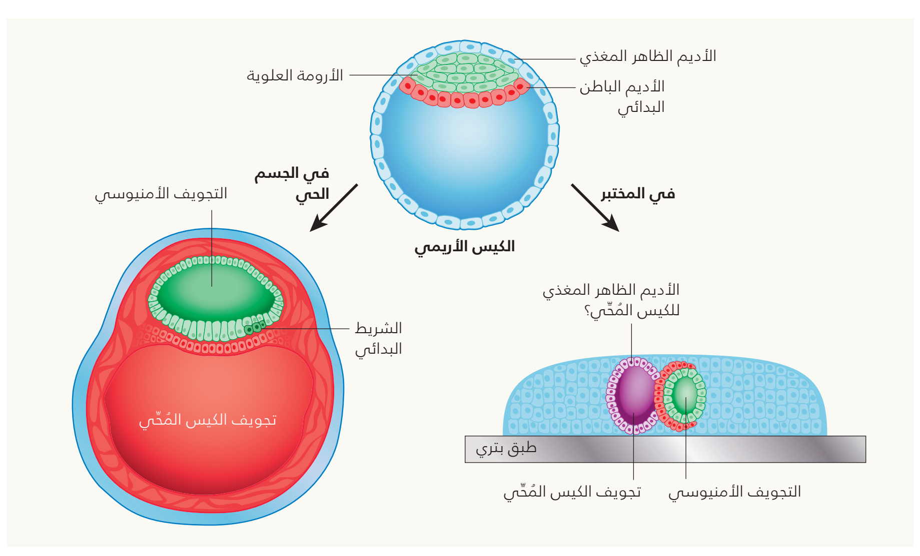
التغلُّب على معوقات عملية زرع الأَجِنَّة

عادةً ما تكون المراحل المبكرة من تطور الإنسان كامنة داخل الرحم، إلا أن التقنيات المحسّنة لاستنبات الأجنة من مرحلة الكيس الأريمي تَعِد بتسهيل استكشاف هذه المراحل.

جانيت روسانت

تُعَدّ دراسة التطور المبكر للأجنة البشرية بمثابة تحدٍّ. فالأجنة المتاحة قليلة العدد، وتخضع البحوث المتعلقة بها لقيود أخلاقية وقانونية كثيرة، لكن فهْم تطورات المرحلة الأولية أمر حيوي؛ لتحسين تقنيات الإنجاب، وتعزيز مستنبتات الخلايا الجذعية؛ من أجل الطب التجديدي، وفحص ودراسة مسألة خسارة الجنين في مراحل الحمل المبكرة. في بحثين نُشرا مؤخرًا، الأول لدجلنسرتي وزملائه[1]، والثاني لشهبازي وزملائه[2] (ونُشر في دورية "نيتشر سِل بيولوجي" *Nature Cell Biology*)، يُظْهِر الباحثون أن الأجنة البشرية المشتقة من عمليات التلقيح الصناعي "IVF" يمكنها تنظيم نفسها في طبق "بتري"، مشكِّلة السلالات الخلوية المؤسِّسة للجنين وأنسجته الداعمة. وتُعَدّ تلك الخطوة هي الأولى نحو رؤية أكثر وضوحًا لبدايات الحياة البشرية.

في الثدييات ـ ومنها البشر ـ تتعرَّض البويضة المُلَقَّحة لسلسلة من الانقسامات الخلوية خلال أيام النمو الأولى، مما يؤدي إلى تشكيل بِنْيَة تُسمى الكيس الأُرَيْميّ (الشكل 1). ويتم اتخاذ قرارات السلالة الخلوية الأولى في هذه المرحلة مع سلالة خلوية تُسمى الأرومة العلوية، ستتشكّل منها الجنين



الشكل 1 | نمو الجنين البشري داخل الجسم الحي وداخل المختبر. في المراحل المبكرة من تطور الجنين البشري، تشكل الخلايا بنية تعرف باسم الكيس الأريمي، تتألف من ثلاثة سلالات خلوية - الأديم الظاهر الذي سيشكل الجنين، والأديم الظاهر المغذي والأديم الباطن البدائي اللذيْن يدعمان نموه. في الجسم الحي، بعد حوالي 12 يومًا من التلقيح، يكون الكيس الأريمي قد انغرس في الرحم وخضع للقرارات الأولى للسلالة الخلوية. تشكل الأرومة العلوية تجويف أمنيوسي وكتلة خلوية تسمى الشريط البدائي، الذي سينتج طبقات النسيج الثلاث الرئيسية. وتشكل الخلايا المشتقة من الأديم الباطن البدائي كيسًا محيًا، يشارك في تزويد الدم في المراحل مبكرة. أما الخلايا المشتقة من الأديم الظاهر المغذي فتشكل البنى الخارجية. وقد عمد دجلينسرتي وزملاؤه[1] وشهبازي وزملاؤه[2] إلى استنبات الكيس الأريمي البشري داخل المختبر؛ حيث تتكون بنى وأجواف مشابهة، على الرغم من أن علاقاتها المكانية اختلفت عن نظيراتها في الجسم الحي. إضافة إلى ذلك، لاحظ دجلينسرتي وزملاؤه نوع من الخلايا لم يُحدد من قبل، ووصفوه بالأديم الظاهر المغذي للكيس المحي، على الرغم من عدم وضوح منشئه بعد. (الجنين المستنبت مقتبس من المرجع 1).

بأكمله، لتنفصل عن سلالتين ستنتجان الأنسجة غير الجنينية، أولًا: الأديم الظاهر المغذي، ثم الأديم الباطن البدائي. ومن ثم، يصدر الأديم الظاهر المغذي الخلايا التي تشكّل معظم المشيمة، في حين يشكّل الأديم الباطن البدائي بعض طبقات الكيس المُحّي، الضروري لتزويد الجنين بالدم في المراحل المبكرة.

إنّ الآليات الكامنة وراء تخصص السلالة الخلوية في مرحلة الكيس الأريمي مفهومة جيدًا في الفئران، وقد افْتُرِض أن هذه المسارات محفوظة تطوّريًّا؛ حتى نشأت الشكوك حول هذا الافتراض[3]. فعلى الرغم من أن كثير من الجينات التي توجّه قرارات السلالات الخلوية في الأجنة الفأرية يُعبَّر عنها بالسلالات نفسها في البشر، إلا أن توقيت البدء والمسارات التحضيرية المنظِّمة للتعبير عنها تختلف فيما بين الأنواع[5,4].

يُغرس الكيس الأُرَيْمِيّ في بطانة الرحم بعد خمسة أيام فقط من التلقيح في الفئران، وبعد سبعة أيام في البشر. تلك فترة حيوية، تبدأ فيها الخلايا المشتقة من الأديم الظاهر المغذي بالتفاعل مع الرحم، ويتطور الجنين نحو الخطوة التي ربما كانت الأكثر أهمية في عملية النمو: وهي تكوّن المُعَيْدَة gastrulation، التي تقوم فيها مجموعة الخلايا المشتقة من الأرومة العلوية ـ والتي تسمى الشريط البدائي ـ بخلق الطبقات الخلوية الأساسية الثلاث، التي تُشتق منها كل البِنَى الجسدية.

في الفئران، تصدر إشارات من الأديم الباطن البدائي، والأديم الظاهر المغذي؛ لتحفيز البدء في تشكيل الشريط البدائي[6]، لكن ظلّت هذه الفترة من النمو في البشر صندوقًا مبهمًا تمامًا. تأتي المعلومات الوحيدة المتاحة من مقاطع عرضية نادرة في الأجنة البشرية، وأجنة الرئيسيات غير البشرية، مثل قردة الريسوس. وتُظْهِر تلك الدراسات[8,7] أن هناك اختلافات كبيرة بين تطور الرئيسيات، وتطور الفئران، مع انغراس الجنين في الرحم. والأمر الأبرز هو أن الأرومة العلوية لدى الفئران تشكّل بِنْيَة تشبه الكأس، على أحد جانبيها يتشكل الشريط البدائي، والطِّيَّات الأمنيوسية (التي ستشكل لاحقًا الأغشية الأمنيوسية الممتلئة بالسائل). وبالمقارنة، يشكل الأديم الظاهر البدائي أولًا في الرئيسيات تجويفًا أمنيوسيًّا مركزيًّا، ثم يتسطح ليشكل قرصًا ينشأ منه الشريط البدائي من طرف واحد (الشكل 1). وهكذا، فإن العلاقات المكانية بين السلالات الخلوية تختلف من نوع إلى آخَر.

إن تطوير استراتيجية لاستنبات الأجنة البشرية في المختبر في بدايات الفترة التي تلي مرحلة الغرس يمكن أن يحسِّن من فَهْمنا لأهمية هذه الاختلافات. وباستخدام نظام تم تطويره لاستنبات أجنة الفئران[9]، عمد دجلنسرتي وزملاؤه، وشهبازي وزملاؤه إلى فعل ذلك تحديدًا، إذ قاموا بأخْذ الأجنة البشرية الناتجة عن عملية تلقيح صناعي ـ بعد ما يعادل حوالي 13 يومًا بعد التلقيح ـ وزرعوها في جسم حي. ويبدو أن استخدام وسط مغذي مُحَسَّن، ووجود ركيزة أفضل لارتباط الجنين كانا المحفِّز الأوّلِيّ لحدوث هذه التطورات.

وتذكر المجموعتان أن الكيس الأريمي يلتصق بالطبق، والأديم الظاهر المغذي ينتشر ويبدي علامات تشير إلى حدوث تمايز إلى أنواع متخصصة من الخلايا المشيمية، كما ينفصل الأديم الباطن البدائي عن الأرومة العلوية. وقد وجد شهبازي وزملاؤه أن جوفًا مركزيًّا صغيرًا يتشكل داخل الأرومة العلوية، لأن السلالة الخلوية ـ في الغالب ـ تعيد تنظيم نفسها إلى بِنْيَة مستقطبة بشكل شعاعي. ويُعَدّ ذلك بمثابة تذكِرةٍ بالطريقة التي يُعتقد أن التجويف الأمنيوسي يتشكل بها في الأجنة البشرية، والأجنة الخاصة بقردة الريسوس[8,7]، برغم أن غياب واسمات جزيئية جيدة للنسيج الأمنيوسي يمنع الوصول إلى تحديد هذه البِنْيَة.

وقد لاحظت المجموعتان أيضًا تجويفًا آخر في الأديم الباطن البدائي المنتشر، واعتبرتاه معادلًا لتجويف الكيس المُحِّي. يذكر دجلنسرتي وزملاؤه أن الخلايا المبطِّنة لهذا التجويف تعبِّر عن جينات مميزة خاصة بالخلايا المشتقة من الأديم الظاهر المغذي. ويعتقد المؤلفون أن يكون ذلك نوعًا من الخلايا التي لم يسبق تحديدها من قبل، والتي أسموها الأديم الظاهر المغذي للكيس المحي، لكن تشير المقارنة مع الوصف التشريحي[7] إلى أن هذه الخلايا على الأرجح قد اشْتُقّت من الأديم الباطن البدائي، ربما مع طريقة تعبير جيني مختلفة عن مثيلتها في الفئران. وقد أدَّت إطالة أمد المستنبتات لأكثر من 12 يومًا إلى انهيار التجويف، وإلى نمو غير منظم، على الرغم من استمرار تمايز الأديم الظاهر المغذي.

وعلى الرغم من أن هذه الدراسات تمثل خطوات نحو فهْم أوثق لنمو الإنسان أثناء فترة الغرس، إلا أن ثمة العديد من القيود التي ما زال يتعين التغلّب عليها.. فالأجنة المستنبتة مسطّحة إلى حد كبير، وثنائية الأبعاد، ولذا.. فهي نماذج معيبة بشكل واضح للنمو الجنيني الطبيعي ثلاثي الأبعاد، إضافة إلى أن التحديد الصريح لأنواع الخلايا والتجاويف والبِنَى في المستنبتات يشكل تحديًا. وقد يساعد تحليل تعبير هذه المظاهر على نطاق الجينوم على ضبط النظام.

إن طريقة الاستنبات تلك قد تمكِّن الباحثين من سبر دور جزيئات التأشير الصادرة من الأنسجة خارج الجنينية في نمذجة الأرومة العلوية. وبمقارنة هذه النتائج بجزيئات التأشير المستكشَفة في مستنبتات الخلايا الجذعية الجنينية التي تحاكي أحداث تكوُّن المُعَيْدة[10]، قد نتمكن من الوصول إلى فهم أفضل للطريقة التي نحقّز من خلالها الخلايا الجذعية البشرية؛ لتتمايز إلى أنواع من الخلايا تمتلك إمكانات علاجية. وتطوير نظام استنبات ثلاثي الأبعاد للكيس الأريمي ـ يشبه النظم "شبه العضية" المستخدَمة لنمذجة أنسجة أكثر نضجًا ـ قد يقدم الكثير من المعلومات كذلك. وإذا كانت العلاقات الطوبولوجية بين أنواع الخلايا المختلفة أكثر طبيعيةً في مثل هذه المستنبتات ثلاثية الأبعاد، فقد يمكِّن ذلك من تكوُّن المُعَيْدة في المختبر.

في الوقت الراهن، واستنادًا إلى اتفاق دولي، فإن استنبات الأجنة البشرية محدود بـ14 يومًا من النمو فقط، أو حتى بداية تشكُّل الشريط البدائي، أيهما أقرب. أمّا إذا كان تكوُّن المُعَيْدة قابلًا للتحقيق في المختبر، فما عساه أن يكون تأثير ذلك على قانون الأربعة عشر يومًا هذا؟ إن المستنبتات المحسّنة والأطول أمدًا من شأنها أن تقدِّم معلومات مهمة في مجال علم الأحياء البشري الأساسي، مما يعزّز من معدلات نجاح عمليات التلقيح الصناعي، وفهْم تمايز الخلايا الجذعية. ومع ذلك.. فإن تطوير نظم الاستنبات تلك سيثير مجددًا الجدل حول موضع الحدود الأخلاقية الموضوعة على نمو الجنين البشري داخل المختبَر. ■

جانيت روسانت تعمل في مركز بيتر جيلجان للبحوث والتعلم، مستشفى الأطفال المرضى، تورنتو، أونتاريو M5G 0A4، كندا، وفي قسم علوم الوراثة الجزيئية، جامعة تورنتو.
البريد الإلكتروني: janet.rossant@sickkids.ca

1. Deglincerti, A. *et al. Nature* **533,** 251–254 (2016).
2. Shahbazi, M. N. *et al. Nature Cell Biol.* http://dx.doi.org/10.1038/ncb3347 (2016).
3. Rossant, J. *Development* **142,** 9–12 (2015).
4. Blakeley, P. *et al. Development* **142,** 3151–3165 (2015).
5. Petropoulos, S. *et al.* Cell http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2016.03.023 (2016).
6. Tam, P. P., Loebel, D. A. F. & Tanaka, S. S. *Curr. Opin. Genet. Dev.* **16,** 419–425 (2006).
7. Enders, A. C., Schlafke, S. & Hendrickx, A. G. *Am. J. Anat.* **177,** 161–185 (1986).
8. Luckett, W. P. *Am. J. Anat.* **144,** 149–167 (1975).
9. Bedzhov, I., Leung, C. Y., Bialecka, M. & Zernicka-Goetz, M. *Nature Protocols* **9,** 2732–2739 (2014).
10. Warmflash, A., Sorre, B., Etoc, F., Siggia, E. D. & Brivanlou, A. H. *Nature Meth.* **11,** 847–854 (2014).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ملخصات الأبحاث



غلاف عدد 12 مايو 2016

طالع نصوص الأبحاث في عدد 12 مايو من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

الأحياء المجهرية

مجتمعات الميكروبيوم والجينات المقاومة

إن العدوى المقاوِمة للمضادات الحيويّة تحصد أرواح مئات الآلاف سنويًّا على مستوى العالم. وتتفاقم المشكلة مع تبادل جينات المقاومة فيما بين المُمْرِضات والميكروبات الحميدة المنتمية إلى بيئات مختلفة؛ ولذا.. فإن رسم خرائط انتشار جينات المقاومة فيما بين البشر وبيئتهم ذو أولويّة بالنسبة إلى الصحّة العامّة. قام الباحثون بتوصيف بِنْيَة المجتمع البكتيري لمئات العينات المترابطة، المأخوذة من البراز البشريّ، ومن البيئة، ضمن مجتمعين من أمريكا اللاتينية منخفضي الدخل، وقمنا أيضًا بتوصيف شبكات تبادل المقاومة فيما بينهما. ومن ثم، وجدوا أن الجينات المقاومة الموجودة في البيئات المختلفة تتكوّن في العموم عن طريق نشوء السلالات البكتيرية مع التدرجات البيئية، كما تعرفوا على جينات مقاومة أساسية عابرة لحدود البيئات، وحددوا علاقتها بالعناصر الوراثية المتحركة. وإضافةً إلى ذلك.. قام الباحثون بتقييم فعالية الاستراتيجيات واسعة الانتشار؛ لإدارة الفضلات في تقليل البكتيريا البرازية وجينات المقاومة في هذه البيئات الممثلة للدول ذات الدخل المنخفض، أو المتوسط. ومن شأن النتائج التي توصل إليها الباحثون أن تضع الأساس للتقييم الكَمِّي للخطورة، ومراقبة انتشار جينات المقاومة في مختلف البيئات المترابطة، في الوضع الممثل لأكثر من ثلثي سكّان العالم.

Interconnected microbiomes and resistomes in low-income human habitats

E Pehrsson *et al*

doi: 10.1038/nature17672

علم الأعصاب

استعادة التحكُّم في حركة حالة شلل رباعي

يعاني ملايين البشر حول العالم من أمراض تؤدي إلى اختلال مسارات التأشير بين المخّ والعضلات، مسبِّبةً الشلل. لذا.. تصمَّم الأجهزة التعويضيّة العصبيّة لاستعادة الوظائف المفقودة، كما يمكن استخدامها لإحداث "تحويلات عصبيّة" إلكترونية؛ للالتفاف على المسارات المقطوعة في الجهاز العصبيّ. وقد سبق أن ظهر أنه يمكن فكّ شفرة الإشارات المسجَّلة داخل قشرة المخ؛ لاستخراج المعلومات المتعلّقة بالحركة، ما يسمح للرئيسيّات غير البشريّة وللبشر المصابين بالشلل بالتحكم في الحواسيب والأطراف الآليّة، من خلال حركات تخيلية. في الرئيسيّات غير البشريّة، استُخْدِمَت هذه الأنواع من الإشارات لتحفيز تنشيط عضلات ذراع شُلّت كيميائيًا بفعل الأدوية. نقوم هنا بإظهار إمكانية ربط الإشارات المسجّلة داخل قشرة المخ آنيًّا بتنشيط العضلات؛ لاستعادة الحركة في حالة مصابة بالشلل. قام الباحثون باستخدام صف إلكترود ميكروي مزروع بصفة متأصلة داخل قشرة المخ؛ لتسجيل النشاط متعدد الوحدات في القشرة الحركيّة لمصاب بالشلل الرباعي، إثر إصابة في الحبل الشوكي العنقيّ. كما قاموا بتطبيق خوارزميات تعلُّم الآلات لفك تشفير نشاط الخلايا العصبية، والتحكم في تنشيط عضلات الساعد، من خلال نظام استثارة كهربي عصبي عضلي عالي الدقة، مصمَّم خصيصًا. وقد مَكَّن النظام تحريك الأصابع، كل على حدة، وتمكنت الحالة من التحكم القشري المستمر في ست حركات مختلفة للمعصم وليد. واستطاع المريض استخدام النظام؛ لإتمام مهمات وظيفية متعلقة بحياته اليومية. وقد أظهر التقييم الإكلينيكي أنه عند استخدامه للنظام؛ تحسنت الإعاقة الحركية لديه، بداية من مستوى الفقرتين العنقيّتين الخامسة والسادسة (C5-C6)، حتى مستوى الفقرة العنقية السابعة، والفقرة الصدرية الأولى (C7-Ti)، في جانبٍ واحد من جسده؛ مانحةً إياه القدرات المهمة، مثل الإمساك بالأشياء، والتلاعب بها، وتركها. إنّ هذا هو أول برهان لمعرفتنا بإمكانية التحكّم في تنشيط العضلات باستخدام الإشارات المسجلة داخل قشرة المخ في شخص مصاب بالشلل. وتحمل النتائج في طياتها تَبِعات مهمة في تطوير تقنيات الأجهزة التعويضية العصبية للأشخاص الذين يعانون من آثار الشلل حول العالم.

Restoring cortical control of functional movement in a human with quadriplegia

C Bouton *et al*

doi: 10.1038/nature17435

علم المناخ

علم المناخ القديم يتنبأ بسقوط الأمطار

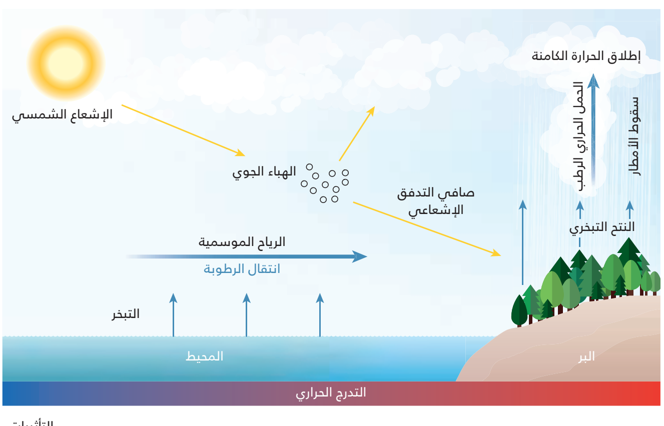
إن الرياح الموسمية هي النمط الموسمي السائد في التغيرات المناخية التي تحدث في المناطق الاستوائية، وهي تُعَدّ ناقلات شديدة الأهمية لرطوبة الغلاف الجوي وللطاقة على مستوى العالم. وهي تترك آثارًا عميقة على المناطق التي يسكنها إجمالًا أكثر من 70% من سكان الأرض، إلا أن التنبؤ بها بمثابة تحدٍّ يصعب التغلب عليه بالاعتماد على البيانات التي ترجع إلى العقود القليلة الماضية فحسب. لذا.. فمن شأن أدلة علم المناخ القديم الخاصة بديناميكيات سقوط الأمطار الموسمية في مناطق ونطاقات زمنية مختلفة أن تساعدنا على فهْم وتوقُّع مدى حساسية الرياح الموسمية لآليات الدفع المتنوعة، واستجابتها لها. وتشير هذه الأدلة إلى أن أنظمة الرياح الموسمية تُظْهِر طابعًا إقليميًّا في الأساس.

Palaeoclimatic insights into forcing and response of monsoon rainfall

M Mohtadi *et al*

doi: 10.1038/nature17450

الشكل أسفله | العناصر الأساسية للرياح الموسمية الصيفية والقوى المحرِّكة لها. يسخّن الإشعاع الشمسيّ الصيفيّ السطح، ويتسبب التباين الحراري بين البرّ والمحيط ـ الناتج عن انخفاض السعة الحرارية للبرّ مقارنة بالمحيط ـ في التدفق منخفض المستوى للهواء الرطب من المحيط إلى البر خلال الصيف، وارتفاع الهواء فوق اليابسة. لم تركز الدراسات الحديثة لديناميكيات الرياح الموسمية على أهمية تباين سطحي البر والمحيط، وأشارت إلى أن التفاعلات بين الدوّامات خارج الاستوائية والدورة الاستوائية جوهرية في تكوّن الرياح الموسمية. يؤدي تكثُّف بخار الماء في الهواء الصاعد إلى إطلاق الحرارة الكامنة، وسقوط الأمطار، ويعزز إطلاق الحرارة الكامنة في التروبوسفير، ويساعد على جذب رطوبة إضافية من المحيط إلى البر. وعلى حسب حجم الغطاء النباتيّ، يمكن أن يؤدي النتح الناتج عن التبخر على البر إلى تقوية الأمطار الموسمية، من خلال إعادة تدوير المياه المحلية. ويمكن أيضًا أن يؤثر النتح على ديناميكيات نظام الرياح الموسمية؛ من خلال التبريد الناتج عن التكثف لسطح



البر. يمكن أن يؤثر الهواء الجوي على التباين الحراري بين البر والمحيط؛ وبالتالي على الرياح الموسمية وذلك بتعديل نقل الإشعاع الشمسي عبر الغلاف الجويّ؛ عن طريق عمليتي التشتيت والامتصاص. وقد يكون للهباء الجوي أثر على الفيزياء الدقيقة للسُّحُب، يشمل الخصائص الإشعاعية للسُّحُب، وتردُّدها، وعمرها. ولأن العناصر المختلفة لنظام الرياح الموسمية شديدة الاقتران ببعضها البعض، من خلال الآليات الارتجاعية، فإن اضطراب أي عنصر قد يتسبب في تفاعل متسلسل يؤثر على نظام الرياح الموسمية ككل. تشوش التأثيرات المختلفة عناصر مختلفة من نظام الرياح الموسمية، فتؤثر على النظام كله من خلال الآليات الارتجاعية، وتعمل على نطاقات زمنية مختلفة. AMO: التردد الأطلنطي متعدد العقود – AMOC: دورة التقلب الطولي الأطلنطي – ENSO: التردد الجنوبي إل نينيو – PDO: التردد العقدي الباسيفيكي.

التحفيز الحيوي

تنظيم ذاتيّ للجنين في أنابيب الاختبار

تُعَدّ عملية انغراس "الكيس الأريمي" محطة تطورية مهمة في عملية التطور الجنينيّ في الثدييات. وفي هذه الأثناء، يقوم برنامج منسّق، يشمل تنويع السلالات، وتحديد مصير الخلايا، وأيضًا الحركات التخلقة بالبدء في توليد أنسجة جنينية زائدة، إلى جانب الجنين نفسه، كما يحدّد الظروف الملائمة لحدوث حمل ناجح، وإتمام مراحله الأولى. وبرغم الأهمية الأساسيّة والإكلينيكية لهذه الخطوة، فما زال يشوبها الغموض في البشر. استعرض الباحثون استخدام نظام جديد في أنابيب الاختبار؛ لدراسة تطور الجنين البشري فيما بعد مرحلة الانغراس تلك. كما كشفوا عن القدرات التنظيمية الذاتية، وعن استقلالية الأجنة البشرية الملتصقة في أنابيب الاختبار. وقد وجدوا بصمات جزيئية للسلالات الخلوية المبكّرة، وللتوقيت، وللبِنْيَة. وتُظْهِر الأجِنّة معالم أساسية للتطور الطبيعي، بما في ذلك توسُّع الأديم الظاهر، وانعزال السلالات، وتكوّن القرص ذي الطبقتين، وتجويف الكيس السلوي، والكيس المحي، وتنويع الأرومة المغذِّية. وتسلّط النتائج الضوءَ على خصوصية هذه الأحداث التطورية للنوع، كما تقدّم لنا فهمًا جديدًا للتطور الجنينيّ المبكر في البشر فيما بعد مرحلة الكيس الأريمي. وتسهم هذه الدراسة في وضع حجر الأساس لنظام نموذجي جديد ملائم للفقدان المبكر للحمل في البشر. ومن شأن ما أنجزه الباحثون أن يساعد في التصميم المنطقي لبروتوكولات تمايز الخلايا الجذعية الجنينية البشرية إلى أنواع معينة من الخلايا؛ بغرض نمذجة الأمراض، والعلاج باستبدال الخلايا.

Self-organization of the *in vitro* attached human Embryo

A Deglincerti *et al*

doi: 10.1038/nature17948

علم الفلك

كواكب بحجم كوكب الأرض تَمُرّ بنجم قزم

يُشار إلى الأجسام الشبيهة بالنجوم ذات درجات الحرارة الفعلية الأقل من 2,700 كلفن باعتبارها "أقزامًا فائقة البرودة". تشمل هذه المجموعة غير المتجانسة نجومًا ذات كُتَل منخفضة للغاية، فضلًا عن الأقزام بُنِّيَّة اللون (وهي أجسام نجمية ثانوية، ليست ضخمة بما يكفي للحفاظ على استمرار عمليات اندماج الهيدروجين)، كما تمثل حوالي 15% من مجموعات الأجسام الفلكية القريبة من الشمس. وتتنبأ نظرية التراكم اللَّبِّي بأنه نظرًا إلى الكتل الصغيرة لتلك الأقزام فائقة البرودة، وصغر حجم الأقراص المحيطة بها في البداية فور تكوينها، ينبغي أن تكون هناك مجموعة ضخمة غير مكتشَفة حتى الآن من الكواكب الأرضية التي تقوم بالدوران حول تلك الأجسام؛ تتراوح بين كواكب غنية بالمعادن، يقترب حجمها من حجم كوكب عطارد، وكواكب مضيافة غنية بالمتطايرات، ويقترب حجمها من حجم كوكب الأرض. يستعرض الباحثون ما تم رصده من ثلاثة كواكب قصيرة المدى، يقترب حجمها من حجم كوكب الأرض، وهي تمرّ بالقرب من نجم قزمي فائق البرودة، يقع على بعد 12 فرسخًا نجميًّا فقط. يَستقبِل الكوكبان الداخليان ضعفي وأربعة أضعاف الإشعاع الخاص بكوكب الأرض، على التوالي؛ ما يضعهم بالقرب من الطرف الداخلي للمنطقة الصالحة لوجود النجم فيها. وتشير البيانات الصادرة إلى أن هناك 11 مدارًا تظل صالحة للكوكب الثالث، ما ينتج عنه على الأرجح إشعاعًا أقل بنسبة واضحة عما تستقبله الأرض. ويوفر السطوع تحت الأحمر للنجم المضيف ـ إضافةً إلى حجمه الذي يقترب من حجم كوكب المشترى ـ إمكانية التوصيف الدقيق لمكونات تلك المنظومة الكوكبية القريبة.

Temperate Earth-sized planets transiting a nearby ultracool dwarf star

M Gillon *et al*

doi: 10.1038/nature17448



غلاف عدد 19 مايو 2016

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 19 مايو من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

العاثيات

بِنْيَة ووظيفة الصفيحة القاعديّة T4

تَستخدِم أنظمة كثيرة ـ مثل العاثيات انقباضيّة الذيل، وجهاز الإفراز من النوع السادس، وبروتينات بيوسين من النوع "آر" R-type pyocins ـ جهازًا أنبوبيًّا متعدد البروتينات؛ للارتباط بأغشية خلايا المضيف واختراقها. وهذا الجهاز ذو الجزيئات الكبيرة هو بمثابة زنبرك ـ أو غِمْد ـ ممدود وملتف حول نفسه، يدور حول أنبوب صلب، يحمل على طرفه بروتينًا على شكل شوكة. وتُرَحِّل بِنْيَة الصفيحة القاعدية ـ التي يُعْتَقَد أنها الجزء الأكثر تعقيدًا في هذا الجمع ـ إشارة الانقباض إلى الغمد. يستعرض الباحثون البِنْيَة الذَّرِّيَّة للصفيحة القاعدية T4 الخاصة بالعاثيات، التي تبلغ كتلتها حوالي 6 ميجا دالتون قبل الارتباط بالمضيف، وبعده. كما يشرح الباحثون ـ على المستوى الذري ـ العمليات البيولوجية التي تؤدي إلى انقباض الغِمْد، بالإضافة إلى تحديد هوية ووظيفة مجموعة صغيرة من المكوِّنات الثابتة في كل آليات اختراق أغشية المضيف ، ونوضِّح كيف أن الآلية المحفِّزة تظل كما هي في مختلف الكائنات.

Structure of the T4 baseplate and its function in triggering sheath contraction

N Taylor *et al*

doi: 10.1038/nature17971

مضادات حيوية

مِنَصّة لاكتشاف مضادات ماكروليدية

لطالما كانت عملية التعديل الكيميائي لنواتج التخمُّر ذات البِنَى المعقدة ـ المعروفة بالتخليق الجزئي ـ أداةً مهمة في اكتشاف وتصنيع المضادات الحيوية؛ بغرض علاج مجموعة متنوعة من الأمراض المعدية، إلا أن هناك علاجات عديدة تم الحصول عليها بهذه الطريقة، ولم تعد فعالة، بسبب تطوُّر المقاوَمة البكتيرية لهذه المركّبات. يقدم الباحثون مَسْلَكًا عمليًّا اصطناعيًّا بالكامل؛ للحصول على مضادات حيوية ماكروليدية، من خلال التجميع المتقارب لجزيئات كيميائية بسيطة تمثل حجر الأساس، وتتيح تصنيع بِنًى متنوعة، لا يمكن الحصول عليها بأساليب التخليق الجزئي التقليدية. وقد تم تصنيع أكثر من 300 مرشّح جديد من المضادات الحيوية الماكروليدية، إضافةً إلى المرشح الإكلينيكي "سوليثرومايسين"، باستخدام منهج التجميع المتقارب. وبتقييم تأثير هذه المركّبات على مجموعة من البكتيريا المُمْرِضَة؛ تم الكشف عن أن أغلبية هذه البِنَى تؤدي دور المضادات الحيوية، وبعضها فعّال ضد سلالات مقاوِمة للماكروليدات المستخدَمة حاليًّا. ويقدِّم التفسير الكيميائي المستعرَض في الورقة البحثية مِنَصَّة لاكتشاف مضادات حيوية ماكروليدية جديدة، كما قد يشكل أيضًا أساسًا لتصنيعها.

A platform for the discovery of new macrolide antibiotics

I Seiple *et al*

doi: 10.1038/nature17967

الأحياء البنيوية

بِنْيَة فيروس "زيكا" المستقر حراريًّا

تم الربط مؤخرًا بين فيروس زيكا ـ الذي لم يكن في السابق سوى أحد المُمْرِضات المُهْمَلة ـ وحالات صغر الرأس في الأجنة، وكذلك متلازمة "جويليان باريه" Guillian Barré في البالغين. يقدم الباحثون بِنْيَة الفيروس المرئية بالمجهر الإلكتروني المبرّد عند دقّة تبلغ 3.7 أنجسترومِ، التي توضح أن البِنْيَة الكلية للفيروس مشابهة لبِنَى فيروسات أخرى من عائلة فيروسات "فلافي". وتُظْهِر مقارنة تتابع بروتين غلاف فيروس زيكا (بروتين E) وبنيته بالفيروسات الأخرى من عائلة فيروسات "فلافي" أن هناك أجزاء من البروتين تتشابه بشكل كبير

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مع فيروسات غرب النيل، وفيروسات التهاب الدماغ الياباني، التي تسبِّب أمراضًا عصبية، بينما تتشابه الأجزاء الأخرى مع فيروس الضنك (DENV)، إلا أن إسهام بروتين E في الأمراض الحيوية المتعلقة بفيروسات "فلافي" غير مفهوم حاليًّا. وقد لُوحِظ أن بِنْيَة الفيروس تظل مستقرة، حتى عند وضعه في حضّانة تبلغ حرارتها 40 درجة مئوية ، على العكس تمامًا من فيروس الضنك الأقل ثباتًا في الحرارة العالية. وينعكس ذلك أيضًا على مدى عدوى فيروس زيكا، مقارنة بنمطَي فيروس الضنك المَصْلِيَّين 2 و4 (DENV2 وDENV4) عند درجات مختلفة من الحرارة، كما تبيِّن بِنْيَة الفيروس المجهرية أن سطحه مضغوط أكثر. وقد تساعد هذه البنية الفيروس على التعايش ، والتغلب على الظروف القاسية في السائل المنوي، وفي اللعاب، والبول. كما تساعد الأجسام المضادة، أو العقاقير التي تزعزع بِنْيَته في تقليل ناتج المرض، أو الحدّ من انتشار الفيروس.

Structure of the thermally stable Zika virus

V Kostyuchenko *et al*

doi: 10.1038/nature17994

تغيُّر المناخ

تغيُّر تركيز CO_2 سبب المناخ السينوزوي

إن الاعتدال المناخي في العهد الإيوسيني المبكر (EECO) ـ قبل 51 إلى 53 مليون سنة ـ يمثل الفترة الأدفأ خلال الـ65 مليون سنة الأخيرة، حيث كان متوسط حرارة الهواء على السطح على مدار السنة أدفأ بأكثر من عشر درجات مئوية عن الحقبة قبل الصناعية. وبالتبعية، أدَّت البرودة العالمية اللاحقة في منتصف وأواخر عصر الإيوسين ـ خاصة في المناطق البعيدة عن خط الاستواء ـ إلى تكوُّن الألواح الجليدية القارية في القارة القطبية الجنوبية في بدايات عصر الأوليجوسين (قبل حوالي 33.6 مليون سنة)، إلا أن التقديرات الحالية تقدِّر مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي (CO_2) أثناء عصر الإيوسين بـ500 إلى 3,000 جزء من المليون. وفي غياب قيود مُحْكَمَة أكثر، تظل علاقات الكربون بالمناخ خلال هذه الفترة غير مؤكدة، ومن ثم، قمنا في بحثنا باستخدام تطورات تحليلية ومنهجية حديثة؛ لتوليد سجل عالي الدقة لتركيزات ثاني أكسيد الكربون، باستخدام نظير البورون ($\delta^{11}B$) الموجود في الكائنات البلانكتونية المجمَّعة من مشروع الحفر بتنزانيا، لمراجعة التقديرات السابقة. ورغم أن الشكوك على مستوى الأنواع تجعل من تقييد القيمِ المطلقة أمرًا صعبًا، إلا أن تركيزات ثاني أكسيد الكربون خلال العهد الإيوسيني المبكر بلغت حوالي 1,400 جزء من المليون. أما التراجع النسبي في تركيز ثاني أكسيد الكربون خلال عصر الإيوسين، فهو مُقَيَّد بقوة أكبر عند حوالي خمسين في المئة، ثم تراجع أكثر خلال عصر الأوليجوسين. وإذا اعتبرنا أن اعتماد التغير في درجات حرارة سطح البحر ـ الذي حدث ضمن تأثيرٍ مناخيٍّ مفروض في عصر الإيوسين ـ على خطوط العرض كان مشابهًا لمثيله في أواخر العصر الرباعي، فإن هذا التراجع في مستوى ثاني أكسيد الكربون كان كافيًا لتحفيز البرودة الموثَّقة جيدًا، التي حدثت في المناطق البعيدة والقريبة من خط الاستواء خلال عصر الإيوسين. وبمجرد زوال التغير في الحرارة العالمية فيما بين الحقبة قبل الصناعية وعصر الإيوسين، الذي حدث بفعل كل ردود الفعل البطيئة المعروفة (عدا تلك المتعلقة بدورة الكربون)، يُظْهِر الاعتدال المناخي في العهد الإيوسيني المبكر وفي أواخره حساسية مناخية متوازنة، تتناسب مع الحقبة قبل الصناعية، تبلغ 2.1 إلى 4.6 درجة مئوية مقابل كل مرة تضاعف في مستويات ثاني أكسيد الكربون (بدرجة ثقة تبلغ 66 في المئة)، وهي شبيهة بالمعدل المعياري (1.5 إلى 4.5 درجة مئوية). ويشير ذلك إلى أن جزءًا كبيرًا من دفيئة بدايات عصر الإيوسين كان مدفوعًا بزيادة في تركيز ثاني أكسيد الكربون، وأن تلك الحساسية المناخية كانت ثابتة نسبيًّا خلال هذه الحقبة.

Changing atmospheric CO_2 concentration was the primary driver of early Cenozoic climate

E Anagnostou *et al*

doi: 10.1038/nature17423

الأحياء البحرية

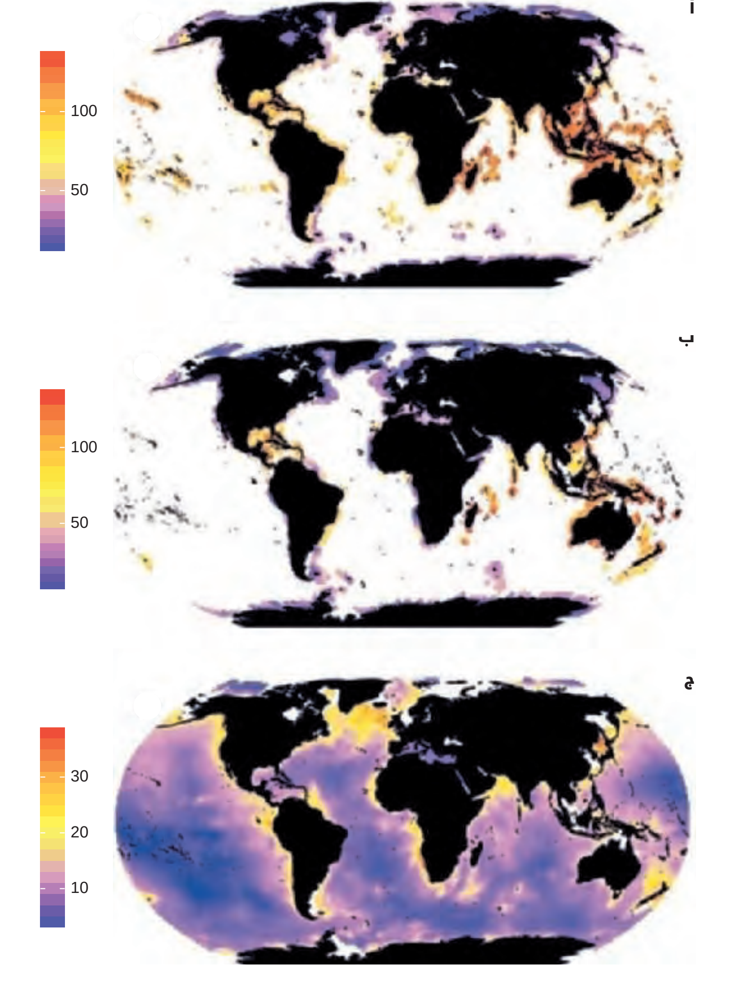
التنوع الحيوي بأعماق البحار وصِلَتُه بالطاقة

إن المحيط العميق هو أضخم الأنظمة البيئيّة على كوكب الأرض، وأقلّها استكشافًا، وهو يُعتبر بيئة منخفضة الطاقة، فريدة من نوعها؛ لكن توزيع التنوع الحيوي في أعماقه، والدوافع المؤدية إليه، وأصوله.. كل هذه الأشياء تظلّ مجهولة على المستوى العالمي. قام الباحثون بتحليل قاعدة بيانات تحوي أكثر من 165,000 سجل لتوزيع وانتشار نوع شائع من حيوانات قاع البحر، هو Ophiuroidea (نجوم البحر الهشة). كما قمنا باكتشاف أنماط من التنوع الحيوي في القاع، تختلف عن العوالم الأرضية، أو العوالم البحرية الساحلية. تختلف الأنماط البيئية ـ نظرًا إلى غِنَى أعماق البحار بالأنواع (عند عمق 2,000 إلى 6,500 متر) ـ اختلافًا جوهريًّا عن نظرائها في المياه الساحلية (من صفر إلى 20 مترًا)، ومياه الجرف القاري (من 20 إلى 200 متر)، ومياه المنحدر العلوي (من 200 إلى 2,000 متر). ويصل غِنى مياه الجرف القاريّ حتى المنحدر العلوي إلى أعلى المعدلات بشكل مستمر عند خطوط العرض الاستوائية عند المحيط الهندي الهادئ الغربي والكاريبي (من صفر إلى 30 درجة)، ويفسر ذلك التنوع في درجات حرارة المياه. أمّا أعماق البحار في المناطق البعيدة عن خط الاستواء (عند 30 إلى 50 درجة)، فهي غنية بالأنواع إلى أقصى حد، وتتركز الأنواع فيها عند المناطق ذات التدفق العالي للكربون إلى الخارج، والمناطق القريبة من الهوامش القارِّيَّة. ومن ثم، قمنا بتوفيق هيكلة التنوع الحيوي المحيط تلك باستخدام إطار عمل يربط بين النوع والطاقة، حيث تساعد الطاقة الحركية في التنبؤ بمدى غِنَى المياه الضحلة؛ أما الطاقة الكيميائية ـ المتمثلة في إنتاج الكربون، وكذلك القرب من بيئات المنحدر ـ فتدفع بالتنوع في أعماق البحار. ومن شأن نتائجنا أن تمثل أساسًا عالميًّا للجهود المتعلقة بالحفظ، التي يتم بذلها على مستوى قاع البحار، كما تكشف عن أن الأنظمة البيئية في أعماق البحار تُظْهِر نمطًا للتنوع الحيوي، متسقًا مع النظرية البيئية، رغم اختلافها عن الأنظمة البيئية الأخرى على مستوى الكوكب.

Deep-sea diversity patterns are shaped by energy availability

S Woolley *et al*

doi: 10.1038/nature17937



الشكل أسفله | الأنماط العالمية لغِنَى الأنواع النجمية الهشَّة. أ إلى **ج**، نماذج كَشْف إشغال الأنواع المتعددة (MSODM) بدقة مساحات متساوية لـ500 كيلومتر، لتنوع الجرف (20 – 200 م؛ **أ**) وتنوع

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المنحدر (200 – 2,000 م؛ **ب**) وتنوع المياه العميقة (2,000 – 6,500 م؛ **ج**). خرائط اليابسة المستخدَمة في هذه الأشكال مأخوذة من مصدر "ناتشورال إيرث" Natural Earth المتاح بالمجان للأغراض الشخصية والتعليمية والتجارية. انظر: http://www.naturalearthdata.com/about/terms-of-use للمزيد من التفاصيل.



غلاف عدد 26 مايو 2016

طالع نصوص الأبحاث في عدد 26 مايو من دوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

علم الحيوان

نمو تنافسي لنوع متعاونٍ من الثدييات

في عدة مجتمعات حيوانية من تلك التي يحكم فيها تدرُّج الرتب إمكانية التكاثر، ترتبط الرتبة الاجتماعية للحيوانات بأعمارها وأحجامها. وقد تخسر الحيوانات ذات النمو البطيء موقعها من طوابير التناسل أمام الحيوانات "المنافِسة" الأصغر سنًّا مِن ذوي المعدل الأسرع في النمو. ويمكن توقُّع أن التهديد بفقدان المكانة من شأنه أن يحفِّز تطور استراتيجيات النمو التنافسي، حيث يزداد معدَّل نمو الحيوانات استجابةً لزيادة نمو الخصوم المحتمَلين. ورغم اتِّضاح أن معدلات النمو تتغير تبعًا للتغيرات التي تحدث في البيئة الاجتماعية لعدة فقاريات، منها السَّمَك، والثدييات، إلا أنه لم يُعرف بعد ما إذا كانت معدلات نمو الحيوانات تكون استجابةً لزيادة نمو بعض منافسيها في التكاثر، أم لا. لذا.. قام الباحثون بالكشف عن تجاوب أتباع كلا الجنسين في النوع البري من حيوان كالاهاري ميركات (*Suricata suricatta*) مع الزيادات المحفَّزة تجريبيًّا في معدلات نمو الحيوانات المنافِسة من الجنس نفسه، عن طريق زيادة معدلات نمو أجسامها، وزيادة استهلاكها الغذائي. وإضافةً إلى ذلك.. حين تكتسب الحيوانات حالة من السيادة؛ تدخل في مرحلة جديدة من النمو المتسارع، يرتفع مقدارها إذا كان الفارق صغيرًا بين أوزانها وأوزان الأتباع الأثقل وزنًا من الجنس نفسه ضمن مجموعتها. وتُظْهِر نتائج البحث أن الحيوانات تقوم بضبط مقدار نموها حسب حجم منافسيها الأقرب، كما أنها تلقي الضوء على احتمال أن تَحْدُث استجابات مرنة مشابهة للتصدي لخطورة المنافسة، وذلك في أنواع أخرى من الثدييات الاجتماعية، من بينها الحيوانات الداجنة والرئيسيات.

Competitive growth in a cooperative mammal

E Huchard *et al*

doi: 10.1038/nature17986

التحليل الطيفي

سَبْر مستمر للجزيئات المعقدة الباردة

على مدى أكثر من نصف قرن، لعب التحليل الطيفي عالي الدقة ـ الذي يَستخدِم الأشعة تحت الحمراء ـ دورًا حاسمًا في سَبْر البِنْيَة الجزيئية وديناميّاتها. اقتصرت مثل تلك الدراسات ـ حتى الآن ـ على الأنظمة الصغيرة والبسيطة، إذ إنه عند درجة حرارة الغرفة نجد أنّ الجزيئات ذات الحجم المعقول تشغل فعليًّا عدة ملايين من الأطوار الدورانية/الاهتزازية، منتجةً أطيافًا شديدة الازدحام، تصعب قراءتها. ولاستهداف جزيئات أكثر تعقيدًا، يتطلب الأمر استخدام طرق يمكنها تسجيل أطياف بالأشعة تحت الحمراء، عريضة النطاق (أي أنها تمتد عبر حِزَم اهتزازية متعددة)، مع دقة فصل وحساسية استشعار عاليتين. ومع ذلك.. فحتى الآن، نجد أنّ مما يحدّ من قدرات تقنيات التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء؛ إمّا عرض النطاق الضيق وزمن الاكتساب الطويل، أو الحساسية ودقة الفصل المنخفضتين. أمّا تقنية التحليل الطيفي ذي التردد الممشط المباشر المحسَّن بالتجويف ـ ويُسمَّى اختصارًا CE-DFCS ـ فهي تجمع بين عرض النطاق الواسع الكامن، ودقة الفصل العالية للتردد الممشط المرئي، مع حساسية كشْف عالية، بسبب تجويف تحسين عالي الجودة، لكنها ما زالت تعاني من الازدحام الطيفي. ومن ثم، بيَّن الباحثون كيف يمكن التغلب على تلك المشكلة باستخدام غاز تبريد عازل لإنتاج عيِّنات باردة من الجزيئات بشكل متواصل، ثم تعريضها لتقنية CE-DFCS. وبهذا المزج.. تَمَكَّن الباحثون من الحصول على طيف امتصاص مباشر محلَّل دورانيًّا بمنطقة الشد C–H في النيتروميثين، وهو نظام نموذجي يتحدَّى فهْمنا للحركة الاهتزازية ذات السعة الاهتزازية الكبيرة. كما استخدم الباحثون أيضًا تلك التقنية على جزيئات عضوية كبيرة متعددة، لها أهمية جوهرية في التصوير الطيفي، وفي الكيمياء الفلكية، وتشمل النفثالين، والأدامانتين، والهيكسا ميثيلين تترامين. ومن شأن تلك الاكتشافات أن تزيد من قيمة نهْج الباحثين في دراسة جزيئات أكثر ضخامة وتعقيدًا مما تم رصده حتى الآن؛ ما يتيح دراسة الجزيئات المعقدة وحركاتها، مع تحسين مضاعَف في الكفاءة، وفي دقة الفصل الطيفية، والتفصيلية في الوقت ذاته.

Continuous probing of cold complex molecules with infrared frequency comb spectroscopy

B Spaun *et al*

doi: 10.1038/nature17440

مرآة مرتفعة الانعكاس
شاطر نبضة مستقطب
غاز العازل
مجزوز
إلى قفل إشارة خطأ باوند – دريفر – هول
مدخل جزيئات
مدخل هيليوم
إلى محلل فورير النقلي الطيفي

الشكل أسفله | مخطط لمعدات التحليل الطيفي العزلي الترددي المباشر المحسَّن ومعدات تبريد الغاز العازل جنبًا إلى جنب. تمت مزاوجة الضوء الصادر عن عازل تردد لأشعة تحت حمراء متوسطة مع فجوة تحسين عالية الجودة، تم تشكيلها بواسطة مرآتين مرتفعتي الانعكاس (HR) تحيطان بخلية غاز عازل، تبلغ درجة حرارتها 5-10 كلفن، مُلِئَت بالجزيئات الباردة. تدخل الجزيئات الدافئة عبر جانب الخلية، ويتم تبريدها بشكل سريع لحوالي 10 كلفن عبر تصادمات متعددة مع غاز الهيليوم العازل، الذي يدخل الخلية من مدخل منفصل. يتم توجيه ضوء العازل المنعكس من الفجوة بواسطة شاطر نبضة مستقطب (PBS) ويتشتت بواسطة محزوز، ويتم استخدام قطعة تبلغ حوالي 10 نانومترات من طيف العازل لتوليد إشارة خطأ باوند – دريفر – هول (PDH) لغلق العازل للفجوة. يسمح غلق إشارة خطأ باوند – دريفر – هول بالانتقال المتصل لآلاف الأنماط العزلية الترددية التي تمتد عبر حوالي 100 نانومتر. تتم مزاوجة ضوء العازل المنتقل إلى محلل فورير النقلي الطيفي (FTS)، الذي يقوم بقياس الامتصاص الكسري لكل خط عزلي منتقل.

أحياء مجهرية

استنبات مجهريات بقعة بشرية لأول مرة

تؤوي مجهريات البقعة المعوية في أجسامنا مجتمعًا بكتيريًّا متنوعًا ضروريًّا من أجل صحتنا ومعيشتنا ورفاهيتنا. يبدأ استعمار الأمعاء عند الولادة، ويصل إلى ذروته مع استحواذ مجموعتين سائدتين من البكتيريا غير الهوائية، من شعبتي Firmicutes، وBacteroidetes. وقد نجحت الأساليب الجينومية غير المعتمِدة على المستنبتات في تغيير فَهْمنا لدور الميكروبيوم البشري في الصحة، وفي المرض. وبسبب الاعتقاد السائد بأن البكتيريا الطبيعية لدينا لا يمكن استنباتها؛ فقد بقي كثير من وظائفها وأنماطها الظاهرية مجهولًا. قام الباحثون بوصف مسار عملٍ جديد، مبنِيّ على عمليات استنبات النمط الظاهري المستهدَف، المرتبط بالعملية واسعة النطاق لتسلسل الجينوم الكامل، وعلى التحليل التطوري السلالِيّ، والنمذجة الحاسوبية التي توضِّح أن نسبة كبيرة من البكتيريا المعوية قابلة للاستنبات. وبتطبيق هذا النهج على الأفراد المعافين، قام الباحثون بعزل 137 نوعًا بكتيريًّا من عائلات وأجناس وأنواع مصنَّفة، وأخرى جديدة، تم تخزينها باعتبارها مزارع نقية. وبذلك.. تشير عمليات تسلسل الجينوم الكامل والتسلسل فوق الجينومي ـ إلى جانب تحليل الأنماط ظاهريًّا وحاسوبيًّا ـ إلى أن 50 ـ 60% على الأقل من الأجناس البكتيرية في مجهريات البقعة المعوية في فردٍ معافى تنتج أبواغًا مرنة مختصة بعملية الانتقال من مضيف إلى آخر. ولذا.. من شأن ما توصَّل إليه الباحثون أن يكشف عن أسرار مجهريات البقعة المعوية البشرية؛

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

من أجل تحليل الأنواع ظاهريًا، كما أنه يكشف كيف يمكن نقل نسبة كبيرة من البكتيريا المعوية الحساسة للأكسجين فيما بين الأفراد، مؤثِّرةً على قابلية توريث مجهريات البقعة.

Culturing of 'unculturable' human microbiota reveals novel taxa and extensive sporulation

H Browne *et al*

doi: 10.1038/nature17645

فلك

إخماد عملية النجوم في المجرّات

تسود المجرّات الساكنة ـ التي قليلًا ما تتكون فيها النجوم، أو لا تتكون فيها على الإطلاق ـ مجموع المجرّات ذات الكتل التي تزيد على 2×10^{10} أضعاف كتلة الشمس. وقد ارتفع عدد تلك المجرّات الساكنة بحوالي 25 ضِعفًا على مدار العشرة مليار عام الأخيرة. وفور توقُّف عملية تشكُّل النجوم، وربما أثناء طور النجم الزائف "quasar phase"، حيث يحدث تَرَاكُم سريع في ثقب أسود فائق الكتلة، تقوم آليّة غير معروفة بإزالة أو تسخين الغاز الذي يتراكم بالتبعية، إما من خلال فَقْد كتلة نجمية، أو من خلال عمليات الاندماج، الذي ـ في حالة عدم حدوث ذلك ـ قد يبرد ويشكل نجومًا. وقد لُوحِظ أن الطاقة الخارجة من الثقب الأسود تراكم بمعدل منخفض، لكن الأدلة المجمَّعة من عمليات الرصد المتمثلة في أغلفة غاز ساخنة متمددة هي أدلة غير مباشرة، وتقتصر على المجرّات الراديوية في وسط العناقيد، التي تُوجَد بشكل نادر، لا يكفي لتفسير الغالبية العظمى من المجرّات الساكنة.

يستعرض الباحثون سمات انبعاث ثنائية التناظر، متراصّة مع تدرُّج كبير في سرعات غاز مؤيّن، يُستنتَج منها وجود رياح محرِّكة بشكل مركزي في المجرّات الساكنة التقليدية، التي تستضيف نوى نشطة منخفضة السطوع. وبشكل مثير للدهشة، يشيع وجود تلك المجرّات، حيث تمثِّل ما يصل إلى 10% من تعداد المجرّات الساكنة ذات الكتل البالغة حوالي 2×10^{10} ضِعْف كتلة الشمس. ومن خلال مثال نموذجي، قام الباحثون بحساب الطاقة المدخَلة من الثقب الأسود النشط فائق الكتلة، منخفض المستوى، الخاص بالمجرّة؛ فوجدوا أنها قادرة على دفع الرياح المرصودة، التي تحوي طاقة ميكانيكية تكفي لتسخين الغاز البارد المحيط الذي تم رصده أيضًا؛ وبالتالي تمنع تكوُّن النجوم.

Suppressing star formation in quiescent galaxies with supermassive black hole winds

E Cheung *et al*

doi: 10.1038/nature18006

علم المناخ

المركّبات العضوية.. ونمو الجسيمات

ينشأ نصف مجموع أنوية عملية تكاثف السُّحُب تقريبًا في يومنا هذا من عمليات التشكُّل الجوي للنواة، وهي تظهر عادةً في صورة انفجار لجسيمات جديدة قرب منتصف النهار. ومن خلال مشاهدات الغلاف الجوي، يظهر أن معدل نمو الجسيمات الجديدة يتسارع عادة عندما يتراوح قُطْر الجسيمات بين نانومتر واحد، و10 نانومترات. وفي هذا النطاق الحرج يزداد احتمال فقدان الجسيمات الجديدة، من خلال انعقادها مع الجسيمات سابقة الوجود؛ فتعجز بالتالي عن تكوين نوى تكاثف السُّحُب الجديدة، التي عادةً ما يبلغ عرضها 50 إلى 100 نانومتر. يدخل بخار حمض الكبريتيك عادةً في عملية تشكُّل النواة تلك، لكن بكمية قليلة جدًّا، لا تفسر النمو الذي يحدث فيما بعد؛ ولذا.. فإن الأبخرة العضوية هي البديل الأوقع عند الحدود الكوكبية على الأقل. وعلى الرغم من أن الدراسات الحديثة ترجح أن الأبخرة العضوية منخفضة معدل التطاير تسهم بشكل ما في مرحلة النمو الأولية، إلا أنه لا يوجد دليل مباشر على ذلك. فقد تتسارع وتيرة النمو بسبب تزايد الإنتاج بالتحلل الضوئيّ للأنواع العضوية القابلة للتكاثف في فترة ما بعد الظهيرة؛ كما أن احتمال وجود تأثير "كِلْفِن"، الذي يمنع تكاثف الأبخرة العضوية على الجسيمات الأصغر (تبعًا لنظرية "كوهلر" النانوية)، لا يزال غير واضح حتى الآن. ومن ثم، قام الباحثون باستعراض تجارب أُجريت في حجرة كبيرة في ظروف شبيهة بالغلاف الجوي؛ بهدف دراسة دور الأبخرة العضوية في النمو الأوَّلِي للجسيمات العضوية التي تأخذ شكل النواة في غياب الأحماض غير العضوية، مثل حمض الكبريتيك، والقلويات غير العضوية، مثل الأمونيا والأمينات. وباستخدام بيانات من مجموعة التجارب نفسها، اتضح أن الأبخرة العضوية وحدها قادرة على تحفيز عملية تشكُّل النواة. وبالتركيز على نمو الجسيمات، وجد الباحثون أن الأبخرة العضوية التي تحفز النمو الأوَّلِي تنخفض قابلية تطايرها بشدة (يقل تركيز التشبع عن $10^{-4.5}$ ميكروجرام لكل متر مكعب). وبينما تزداد الجسيمات في الحجم، ويتهاوى حاجز "كِلْفِن"؛ تتسبب الأبخرة العضوية الوفيرة ذات قابلية التطاير الأعلى قليلًا في زيادة النمو أكثر (يتراوح تركيز التشبع بين $10^{-4.5}$، و$10^{-0.5}$ ميكروجرام لكل متر مكعب). وقدَّم الباحثون نموذجًا لنمو الجسيمات، يعيد إنتاج قياساتهم بشكل كَمِّي، وقاموا بتحديد معايير لخطوات النمو الأوَّلِي باستخدام نموذج عالمي للرذاذ؛ ووجدوا أن تركيز نواة تكثيف السُّحُب الجوية قابل للتغير بالتالي بصورة كبيرة، بما يصل إلى 50 في المئة، مقارنةً بالتحديد السابق افتراضه لمعايير معدَّل النمو.

The role of low-volatility organic compounds in initial particle growth in the atmosphere

J Tröstl *et al*

doi: 10.1038/nature18271



غلاف عدد 2 يونيو 2016

طالع نصوص الأبحاث في عدد 2 يونيو من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

جيولوجيا كوكبية

الحِمْل الحراري يقود نشاط كوكب بلوتو

يُعَدّ الحوض الشاسع العميق الممتلئ بالجليد المتطاير، المسمى ـ بشكل غير رسمي ـ "سبوتْنِك بلانوم" محوريًّا للنشاط الجيولوجي المفعم بالحيوية لبلوتو، الذي يتكون من النيتروجين، والميثان، وأول أكسيد الكربون، ولكنْ ما يهيمن عليه هو الجليد النيتروجيني، حيث إنّ تلك الطبقة تتشكَّل إلى خلايا، أو مضلعات، تبلغ عادةً حوالي 10 ـ 40 كم، وتحاكي المظهر السطحي لتيار الحِمْل الحراري الخاص بالحالة الصلبة. ويوضح الباحثون أن الطبقات الصلبة للجليد النيتروجيني الذي يفوق سُمْكه ألف متر ينبغي أن تخضع للحِمْل الحراري فيما يتعلق بظروف التدفق الحراري الحالي على بلوتو، وذلك بأَخْذ القياسات الريولوجية المتاحة في الاعتبار. والأهم من ذلك.. أن الباحثين برهنوا عدديًّا على أن انقلاب الحِمْل الحراري في طبقة يبلغ سُمْكها عدة كيلومترات من النيتروجين الصلب يمكن أن تفسِّر العرض الجانبي الكبير للخلايا. ويدل الاعتماد الحراري لِلُزوجة الجليد النيتروجيني على أن الطبقة الجليدية تنقل الحِمْل الحراري بما يُسمى نظام5 تباطؤ الغطاء، وهو نمط حِمْل حراري متفرد، لم يتم رصده من قبل في المنظومة الشمسية. هذا.. وتقتضي سرعات السطح المتوسطة ـ البالغة سنتيمترات قليلة كل عام ـ نقلًا سطحيًّا، أو زمنًا يبلغ 500 ألف عام، وذلك في إطار العشرة ملايين عام، التي تشكل الحد الأقصى لعمر الاحتفاظ بالفوهة الخاصة بـ"سبوتْنِك بلانوم"2. وقد يحدث أيضًا تجدُّد لأسطح حِمْل حراري مشابهة على كواكب قزمة أخرى في حزام "كويبر"، وهو ما قد يساعد على تفسير التوهج المرتفع الذي يُظْهِره عدد من تلك الأجسام.

Convection in a volatile nitrogen-ice-rich layer drives Pluto's geological vigour

W McKinnon *et al*

doi: 10.1038/nature18289

جيولوجيا

الرمال النفطية مصدر لتَكَوُّن الهباء العضوي

يُقَدَّر حجم الزيت الثقيل ورواسب القار عالميًّا بحوالي 9 تريليونات برميل من الزيت، موزَّعة في أكثر من 280 حوضًا حول العالم. وتضمّ كندا رواسب للرمل النفطي تُقَدَّر بـ1.7 تريليون برميل. وقد تَسَبَّب التطور العالمي لهذا المورد، والزيادة في إنتاج البترول من الرمل النفطي في شيوع مخاوف بيئية مِن تَكَوُّن مركَّبات سامة في النظم البيئية القريبة، وتَكَوُّن رواسب حمضية. ولا يزال دور الرمل النفطي في تكَوُّن الهباء العضوي الثانوي غير مفهوم،

وهو عنصر مهم من المادة الجسيمية الجوية، التي تؤثر على جودة الهواء والمناخ. وقد استخدم باحثون بيانات مأخوذة من قياسات جوية مِن فوق الرمال النفطية الكندية، ومن اختبارات معملية، ومن دراسة نموذج المربعات؛ لتقديم تقييم كَمِّي لمقدار إنتاج الهباء العضوي الثانوي من انبعاثات الرمال النفطية. وقد وجد الباحثون أن تَصَاعُد الأبخرة العضوية قليلة التطاير من خامات الرمل النفطي المحفورة وأكسدتها الجوية مسؤولان مسؤولية مباشرة عن غالبية كتلة الهباء العضوي الثانوي المُلاحَظَة. أمّا معدَّلات الإنتاج الناتجة التي تُقَدَّر بحوالي 45-84 طنًّا يوميًّا تجعل الرمل النفطي واحدًا من أكبر مصادر الهباء العضوي الثانوي، الناشئ عن أنشطة بشرية في أمريكا الشمالية. ويُقَدَّر الزيت الثقيل والقار بأكثر من 10% من الإنتاج العالمي للبترول في الوقت الحالي، وهذه النسبة آخِذة في الزيادة. وتشير نتائج البحث إلى أن إنتاج الزيت الخام الأكثر لُزُوجة قد يكون مصدرًا كبيرًا للهباء العضوي الثانوي في عديد من مناطق الإنتاج والتكرير حول العالم، وإلى أن مثل ذلك الإنتاج يجب أن يُوضَع في الاعتبار عند تقييم الآثار البيئية للمشروعات الحالية والمستقبلية لاستخراج القار والزيت الثقيل على مستوى العالم.

Oil sands operations as a large source of secondary

J Liggio *et al*

doi: 10.1038/nature17646

جيولوجيا كوكبية

الحِمْل الحراري يفسِّر تضاريس بلوتو

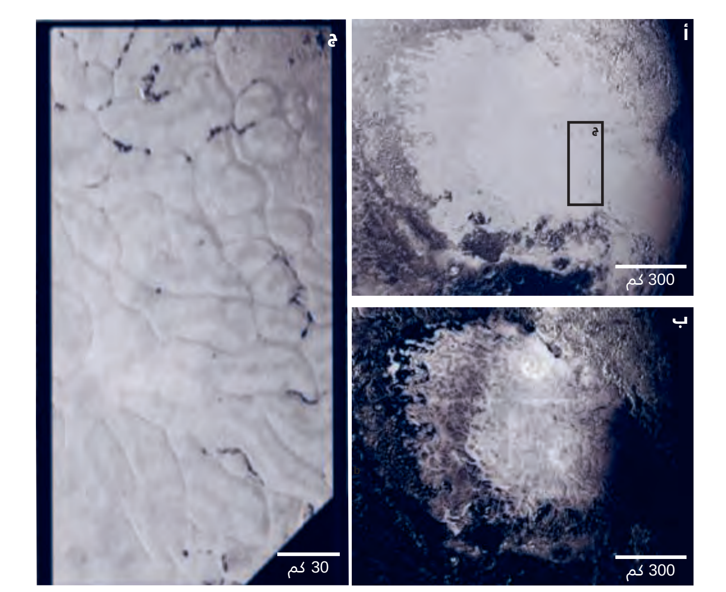
يُعتبر سطح بلوتو يافعًا ونشطًا جيولوجيًّا بشكل مدهش. ويُطْلَق على جزء من تضاريس بلوتو بشكل غير رسمي ـ وهذا الجزء هو المنطقة شبه الاستوائية ـ مسمى "سبوتْنِك بلانوم"، ويتميز بكونه حوضًا طوبوغرافيًّا ممتلئًا بجليد النيتروجين، الممتزج بكميات ضئيلة من جليد الميثان، وأول أكسيد الكربون. وينقسم سطح المنطقة كله تقريبًا إلى مضلَّعات غير منتظمة، تبلغ حوالي 20-30 كم من حيث القطر، وترتفع مراكزها عشرات الأمتار فوق جوانبها. وتُظْهِر أطراف تلك المنطقة تدفُّقًا كُتَليًّا خارجيًّا، وقد أُرْجِعَ تفسير تلك التضاريس إلى الانكماش الحراري، والحِمْل الحراري. ولُوحظ أنّ المضلَّعات ـ التي تشبه الأوتاد الجليدية، أو شبكات الصدع الطيني ـ التي تشكَّلَت من الانكماش الحراري لغاز النيتروجين غير متسقة مع ما رُصِد من سطح بلوتو فيما يتعلق بالتشوه غير الهش داخل الصفيحة الجليدية الخاصة بالنيتروجين. ويَستعرض الباحثون نموذج حِمْل حراري مُعَايَر؛ لحساب عدد "رايلي" لجليد النيتروجين، وقد تبين أنه حامل حراري قوي، مما يجعل حِمْل "رايلي- بينارد" الحراري هو التفسير الأكثر احتمالًا لتلك المضلَّعات. وتشير أقطار مضلَّعات "سبوتْنِك بلانوم" وأبعاد "الجبال الطافية" ـ تلال الجليد المائي عبر أطراف المضلَّعات ـ إلى أن جليد النيتروجين يبلغ حوالي 10 كيلومترات من حيث العمق. وتشير السرعة المقدَّرَة للحِمْل الحراري ـ البالغة 1.5 سم لكل عام ـ إلى عُمْر سطحي يبلغ حوالي مليون عام.

Vigorous convection as the explanation for Pluto's polygonal terrain

A Trowbridge *et al*

doi: 10.1038/nature18016

الشكل أسفله | صورة نيو هورايزون الخاصة بسبوتْنِك بلانوم على كوكب بلوتو. تم عرض صورة فسيفسائية بـ(**أ**). ضمن حدود مركز الحقل الجليدي، حيث يُفترض أن يكون الجليد في أسمك حالاته، تبلغ المضلعات حوالي 30 كم. يتناقص القطر المتوسط للمضلع إلى 20 كم، ومن ثم يتلاشى بالقرب من الطرف؛ ليترك سطحًا أملس. تم إعطاء إصدار محسَّن مغاير لـ(**أ**) بـ(**ب**)؛ لتسليط الضوء بطريقة أفضل على المضلعات. "الجبال الطافية" قابلة للرصد ضمن حدود أطراف تلك المضلعات، ويمكن رؤيتها بـ(**ج**)، التي تُعَدّ تقريبًا للمستطيل الموجود بالشكل (**أ**). (الصورة: ناسا / مختبر الفيزياء التطبيقية – جامعة جون هوبكنز / معهد البحوث الجنوب الغربي (2015)).



علم الأعصاب

طاقم عصبيّ يربط الذكريات ببعضها

تشير الدراسات الحديثة إلى احتمال وجود طاقم عصبي مشترَك، يربط بين الذكريات المُمَيَّزة المشفرة في أوقات متقاربة. وفيما يتعلق بالذاكرة، يحفِّز التعلُّم زيادة استثارة الخلايا العصبية ـ بشكل مؤقت ـ تتجه إلى تمثيل ذكرى تالية إلى طاقم الخلايا العصبية، الذي يشفِّر الذكرى الأولى، بحيث يزيد استدعاء ذِكْرَى معينة احتمال استدعاء الذِّكْرَى الأخرى. ويشير الباحثون إلى أن التراكب بين الطواقم الحُصَيْنِيّة في المنطقة الحصينيّة الأولى CA1 في الفئران ـ التي ينشِّطها سياقان متميّزان، تم الحصول عليهما خلال يوم ـ أعلى منه إذا كان الفاصل بين السياقين أسبوعًا. وتشير نتائج عديدة إلى أن هذا التراكب لطواقم الخلايا العصبية يربط بين ذِكْرَى سياقية وأخرى، حيث ينتقل الخوف المقترِن بسياق ما إلى سياق محايد، إذا تم الحصول على السياقين خلال يوم، لا خلال أسبوع. وتقوِّي الذكرى الأولى الذكرى الثانية خلال يوم، لا خلال أسبوع. ولا يَظْهَر في الفئران الأكبر سنًّا ـ المعروفة بامتلاكها استثارة CA1 ـ أدنى تَرَاكُب بين الطواقم، ولا تقوية للذكرى الثانية. ولُوحِظ في الفئران الهَرِمَة أنّ زيادة الاستثارة الخلوية وزيادة تنشيط طاقم مشترك من خلايا CA1 العصبية أثناء التعرض لسياقين متميزين أَدَّتَا إلى تلافي العجز في الربط بين ذِكْرَى وأخرى. وبالنظر إلى هذه النتائج.. تبَيَّن للباحثين كيف أن الذكريات السياقية المشفرة في أوقات متقاربة يتم الربط بينها بتوجيه التخزين إلى الطواقم المتراكبة، وقد يؤثر تغيُّر هذه العمليات ـ بفعل الهِرَم ـ على البِنْيَة الزمنية للذكريات، مُعَطِّلًا بالتالي الاستدعاء الفعّال للمعلومات ذات الصلة ببعضها البعض.

A shared neural ensemble links distinct contextual memories encoded close in time

D Cai *et al*

doi: 10.1038/nature17955

جينوم

طفرات جسمية في 560 تتابُعًا جينوميًّا

حَلَّل باحثون تتابع الجينوم الكامل لـ560 سرطان ثدي؛ لتحسين فهم الطفرات الدافعة، التي تمنح القدرة النسيلية، والعمليات التي تولد الطفرات الجسمية. وجد الباحثون أن هناك جينات بلغت 93 جينًا سرطانيًّا مشفرًا للبروتين، تحمل طفرات دافعة محتملة. وقد أظهرت مناطق غير مُشَفِّرة معدلات تطفُّر عالية، إلا أن أغلبها كانت له خصائص بنيوية مميزة، يُحتمل أنها تتسبب في معدلات تطفُّر مرتفعة، مع عدم احتوائها على طفرات دافعة. وقد امتد تحليل البصمة الطفرية إلى إعادة ترتيب تسلسل الجينوم، وكشف عن اثني عشر استبدالًا لقاعدة، وست بصمات إعادة ترتيب. وقد تبين أن ثلاث بصمات من التي ظهرت ـ إمّا من خلال الحذف، أو التضاعف الترادفي ـ مرتبطة بإصلاح لأحماض نووية تالفة، يعتمد على إعادة التركيب المتجانسة، إمّا في شكل تعطيل وظيفة بروتين BRCA1، أو بروتينيّ BRCA1، وBRCA2، أو بشكل غير معلوم السبب. وهذا التحليل لجميع فئات الطفرات الجسمية في كل الإكسونات، والإنترونات، والمناطق بين الجينية يسلط الضوء على ذخيرة الجينات السرطانية، والعمليات الطفرية النشطة، ويقدم تفسيرًا شاملًا للأساس الجيني لسرطان الثدي في الخلايا الجسدية.

Landscape of somatic mutations in 560 breast cancer whole-genome sequences

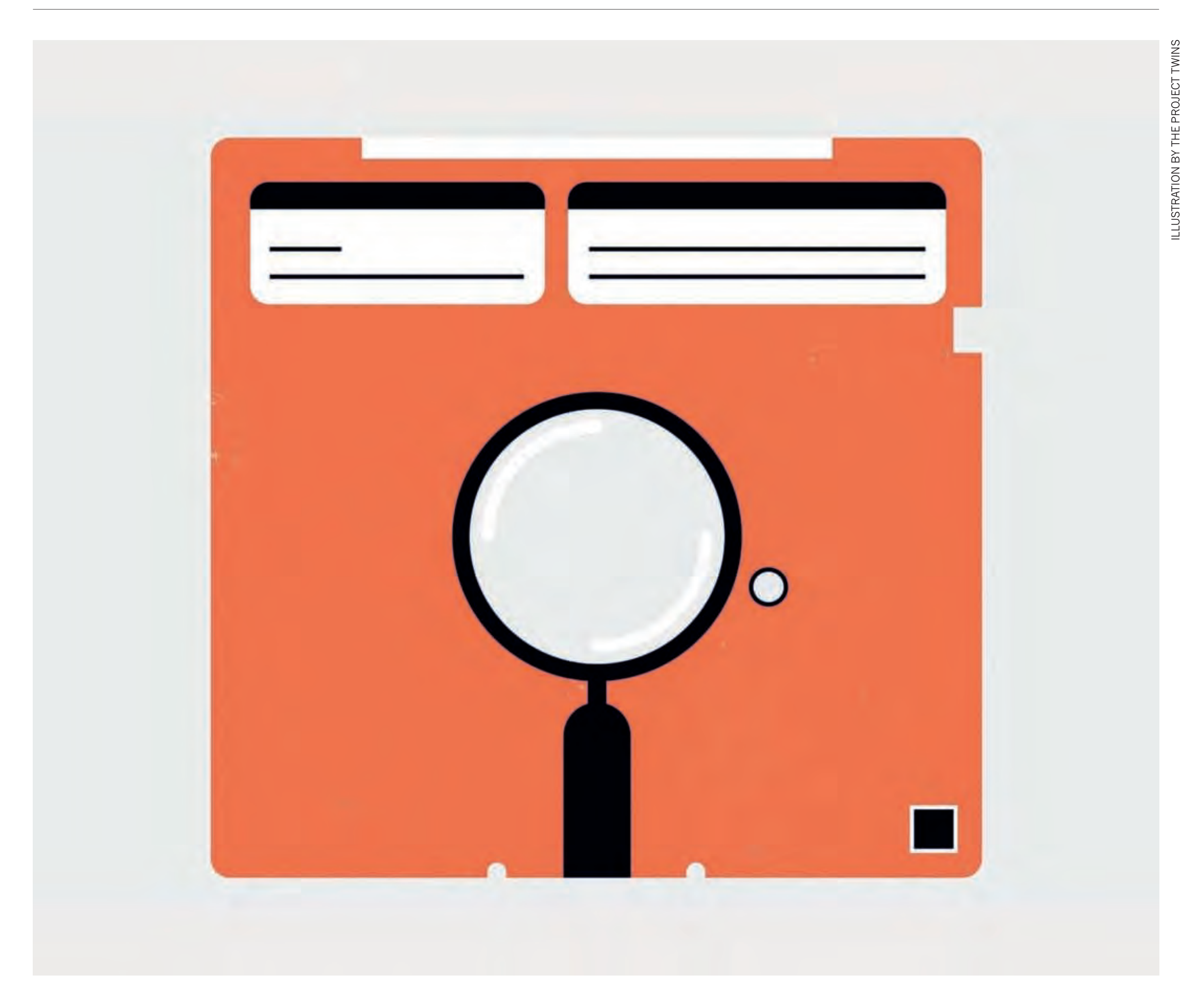
S Nik-Zainal *et al*

doi: 10.1038/nature17676

صندوق الأدوات

المكتبات تستعير تقنيات الطب الشرعي الرقمي

يستعير أمناء المحفوظات تقنيات تُستَخدَم في التحريات الجنائية، ويؤقْلِمُونها؛ للوصول إلى بيانات وملفات أُنشئت في أنظمة عفا عليها الزمن.


ILLUSTRATION BY THE PROJECT TWINS

مارك ولفيرتون

عندما استلم أمناء المحفوظات في جامعة ستانفورد بكاليفورنيا الأوراقَ المجمَّعة لعالِم الحفريات القديمة، الراحل ستيفن جاي جولد، في عام 2004؛ عرفوا ـ للوهلة الأولى ـ أن لديهم مشكلة. كان الكثير من تلك "الأوراق" ـ في واقع الأمر ـ على أقراص حاسب بأنواع مختلفة، على شكل 52 ميجابايت من البيانات، موزَّعة على أكثر من 1,100 ملف، كلها مِن أنظمةٍ عفا عليها الزمن منذ مدة طويلة.

يقول مايكل أولسون، مدير الخدمة في مختبر بورن للتحريات الجنائية/ الرقمية بمكتبات جامعة ستانفورد: "لقد كانت مجموعة كبيرة، قد لا تتخيَّلها". ويضيف قائلًا: "لقد استخدم جولد العديد من أنظمة معالجة النصوص المبكِّرة في كتاباته، والكثير من أسطوانات ◄

◄ الكمبيوتر، والأقراص الممغنطة الصغيرة بأشكال وصيغ مختلفة."

بعد جهد كبير، قام أمناء المحفوظات في ستانفورد بترتيب أمر أوراق جولد. في البداية، بإيجاد أجهزة يمكنها قراءة الأقراص التي عفا عليها الزمن، ثم بفَكِّ شفرة ما وجدوه هناك. يقول أولسون: "واجهنا بعض التحديات في العثور على التطبيقات القديمة؛ لمعرفة معالجات الكلمات المستخدَمة في الكتابة".

كانت أوراق جولد مؤشرًا مبكرًا على قضية تتفاقم بسرعة، فبعد مُضِيّ أربعة عقود على ثورة الحاسب الشخصي، التي جلبت معالجة النصوص، والقيام بالعمليات الحسابية المعقدة إلى سطح المكتب؛ يتقاعد الجيل الأول من مستخدمي تلك التقنيات الآن، أو يرحل. فكيف يمكن لأمناء المحفوظات استعادة ما تركه هؤلاء، والحفاظ عليه؟

يقول كريستوفر لي، الباحث في كلية المعلومات وعلوم المكتبات بجامعة نورث كارولينا في تشابل هيل: "الناس في جميع أنحاء العالم لديهم معلومات مخزَّنة على أقراص، تصبح مع كل يوم يمر عليها أقل قابلية للقراءة". ويشمل ذلك الأقراص المرنة، والأقراص المضغوطة، والأقراص المدمجة، وشرائط الفيديو الرقمية، وذاكرات الفلاش، والأقراص الصلبة، ومجموعة متنوعة من الوسائط الأخرى. ويتابع كريستوفر لي قائلًا: "يمكن الوصول إلى العديد من الملفات عن طريق أجهزة عفا عليها الزمن فقط، وكلها تخضع لتدهور مادي لحالتها؛ مما سيؤدي في نهاية المطاف إلى استحالة قراءتها بأي وسيلة كانت. وفي الوقت الحالي، تَجَمَّع لدى العديد من المكتبات ودور المحفوظات ملء أرفف كاملة من تلك المواد، مخبأةً بعيدًا، على أمل أنه إذا ما دعت الحاجة إلى ذلك يومًا ما؛ فسيكون بوسع شخص ما، في مكان ما، معرفة كيفية الوصول إليها.

الإلهام الرقمي

على نحو متزايد، يَستوحِي أمناء المحفوظات الإلهام من مجال التحريات الجنائية الرقمية؛ لاستخراج الأدلة حول الأنشطة غير المشروعة من محركات أقراص الحاسب، والهواتف الذكية، والحواسب اللوحية، أو حتى أجهزة تحديد المواقع. يقول ماثيو كيرشينبوم من جامعة ميريلاند في كوليج بارك: "اتضح أن المسؤولين عن إنفاذ القانون، وعن الأمن الرقمي، كانوا يتعاملون مع المشاكل نفسها، المتمثلة في تحقيق ثبات البيانات، واستعادتها من الوسائط الرقمية". هذا.. وكثيرٌ من حلول تلك المشكلات قابل للتطبيق بشكل مباشر على احتياجات المحفوظات. فعلى سبيل المثال.. في مجال إنفاذ القانون، تُعطى الأولوية القصوى للحفاظ على المواد بشكلها الأصلي. وفي كثير من الأحيان، يكون ذلك أبعد منالًا مما يبدو، فأي شيء يتم القيام به على جهاز الحاسب، حتى ولو كان شيئًا بريئًا، مثل توصيل ذاكرة فلاش في بوابة USB، يترك أثرًا رقميًّا خافتًا. ولذا.. طَوَّر ممارسو التحريات الجنائية الرقمية أساليب لإنشاء "صورة للقرص"، خالية من العيوب، تقوم باستنساخ كل شيء، حتى مساحة القرص غير المستخدَمة والخفية. وبهذه الطريقة يمكنهم الحفاظ على سلامة القرص الأصلي لأغراض الحصول على أدلّة في المحاكم، بينما يقومون بإجراء كل تحاليلهم الخاصة بالتحريات على نسخة سليمة وتامة.

والمؤسسات التي تعمل على فك رموز مجموعات من البيانات تبحث عن الحاجة نفسها، رغم أنه في حالتها يكون الهدف الحفاظ على المصدر الأصلي لاستخدام الباحثين في المستقبل. يقول لي: "إنّ إنشاء نسخ من البيانات من نوع نُسَخ "التحريات الجنائية" كانت فكرة هامشية نسبيًّا منذ 8 أو 10 سنوات. وهي الآن أمر شائع جدًّا في مؤسسات عديدة، كالمكتبات، ودور المحفوظات."

ومع ذلك، للأسف.. فبالنسبة إلى أمناء المحفوظات، عادةً ما يتم تصوير القرص بواسطة حزم برمجيات تجارية، مثل أداة Forensic Toolkit من إنتاج شركة Access Data في لبندن، يوتاه، أو EnCase التي طوَّرتها شركة Guidance Software في باسادينا، كاليفورنيا. ونظرًا إلى أن هذه الحزم مصمَّمة للمحققين الجنائيين، فإنها تتضمن أدوات لنحت الملف (أي تجميع ملف كامل من بيانات مجزأة)؛ وتكسير كلمات السر؛ والوصول إلى الملفات المشفَّرة؛ والبحث المتقدم؛ وتوليد تقارير؛ لاستخدامها في المحكمة. وكلها مهام تُعَدّ أقل أهمية لأغراض المحفوظات. وتتطلب حزم البرمجيات هذه أيضاً تكاليف ترخيص تبلغ آلاف الدولارات، مما يزيد من الضغوط على الموازنة العامة للعديد من مؤسسات جَمْع المحفوظات.

ولذا.. أَطْلَقَ لي وزملاؤه في عام 2011 منصة BitCurator، المصمَّمة خصيصًا لمجال المحفوظات، وذلك بتمويل من مؤسسة "أندرو دبليو ميلون"، وبدعم مستمر من "كونسورتيوم"، تتضمن عضويته حاليًّا 25 مؤسسة، من بينها جامعة هارفارد، ومعهد ماساتشوستس للتقنية، وجامعة ستانفورد، وجامعة إيموري، والمكتبة البريطانية. تتميز منصة BitCurator بأنها مفتوحة المصدر، ومتاحة مجانًا للتحميل، وذلك من خلال الرابط التالي:(wiki.bitcurator.net).

> «الناس في جميع أنحاء العالم لديهم معلومات مخزّنة على أقراص، تصبح مع كل يوم يمرّ عليها أقل قابلية للقراءة».

" يقول كام وودز، عالِم الأبحاث بكلية المعلومات وعلوم المكتبات بجامعة نورث كارولينا، والباحث المشارك الرئيس مع لي في هذا المشروع: إنها مزيج من أدوات طرف ثالث مفتوحة المصدر، وأخرى مِن عملنا نحن". وعلى أساس نسبة المشاركة في الدورات التدريبية والفعاليات الأخرى الخاصة بمنصة BitCurator، يُقَدِّر لي أن عدة عشرات من المؤسسات تستخدم الحزمة الآن بنشاط، وعدة مئات منها تستخدمها أحيانًا، على الأقل.

لا تعالِج BitCurator تصوير القرص فقط، ولكنها تتناول أيضًا عددًا من القضايا الأخرى التي لا يحتاج المحققون الجنائيون إلى القلق بشأنها. ومن الأمثلة على ذلك: الحَجْب، وتحرير المادة؛ لإزالة مواد سرية منها قبل نشرها. إنّ هذا مفهوم غريب في التحقيقات الجنائية، وفقًا لقول أولسون، الذي يضيف: "لماذا يمكن في أي وقت حَجْب أدلة من القضية؟ مِن منظور إدارة المحفوظات أو المكتبات، لا ينبغي ترك السجلات الصحية لشخصٍ ما متاحةً للجمهور". ولذا.. فلا بد أن تتوفر لمنصة BitCurator وسائل لمراقبة الدخول، لا توجد في الواقع في مجال التحريات الجنائية.

ومن الأمور الأخرى التي تختص بها BitCurator قدرتها على قراءة أقراص عفا عليها الزمن من مدة طويلة، وهي أداة أساسية لأمناء المحفوظات الذين يواجهون رزمة من الأقراص المرنة القديمة، بل وحتى بَكَرَات الأشرطة الممغنطة. ورغم أن أخصائيي التحريات الجنائية يتعاملون عادةً مع أنظمة من أجيال أحدث، فإن الأساليب التي يستخدمونها في استرجاع البيانات يمكن أن تكون مفيدة جدًّا، حسب قول لي، الذي يضيف: "باتباع نهج التحريات الجنائية، يمكنك إنشاء نسخة آمِنة من البيانات، حتى لو كنتَ لا تعرف ما هو نظام الملفات المستخدَم، أو لم تكن تستطيع قراءتها. وطالما كان بإمكانك توصيل محرك أقراص، والحصول على البيانات منه، يمكنك إنشاء صورة للقرص". ويمكن لأمناء المحفوظات بعد ذلك أن يجرِّبوا طرقًا مختلفة لاسترداد الملفات، مع الاطمئنان إلى أن النسخة الأصلية ليست في خطر.

بعض مزايا النهج القائم على التحريات الجنائية يتجاوز الاعتبارات الفنية، وفقًا لقول أولسون، فعلى سبيل المثال.. في حالة أرشيفات جولد، "يمكنك الحصول على أختام زمنية من مختلف ملفات معالجة الكلمات؛ لترى كيف كتب جولد شيئًا في الواقع، والترتيب المعيَّن الذي اتبعه، والطريقة التي استخدمها في تحرير النص. وهذا أسلوب أنيق حقًّا، إذا كنتَ باحثًا يريد أن يعرف كيف كان يعمل عقل الكاتب".

البحث والإنقاذ

يمكن استخدام التقنيات نفسها لأغراض أخرى إلى جانب الأرشفة. ففي جامعة ستانفورد، يساعد مختبر "أولسون" ـ بشكل متزايد ـ أعضاء هيئة التدريس والطلاب الذين يحتاجون إلى الوصول إلى عملٍ أُنشئ في أنظمة حاسب عفا عليها الزمن الآن. يقول أولسون: "قبل نحو عام، جاءنا طالب دراسات عليا بمجموعة بيانات في مجال الفيزياء الفلكية مخزَّنة على قرص مضغوط. كانت تلك البيانات قد أنشأها أستاذه، ولم يكن باستطاعته قراءتها، وكان في حاجة إلى الوصول إليها؛ لأنها كانت جزءًا من بحثه، ولم يقم أحد مِن قَبْل بنقلها إلى نظام عصري جديد. وقد تمكّنت المكتبة من مساعدة الطالب على القيام بذلك بالضبط".

هناك مثال آخر حديث، يتعلق بمقرَّر الهندسة الميكانيكية الدراسي ME310 بجامعة ستانفورد، الذي يُقدَّم منذ فترة طويلة، والذي خُصص له خادم بالكامل لتخزين دراسات التصميم، وشرائح العروض، ومقاطع الفيديو للمشروعات التي أعدَّها الطلاب على مدى سنوات، كجزء من دراستهم". يريد القائمون على البرنامج الدراسي الحفاظ على جميع البيانات بتلك المشروعات"، ويقول أولسون: "ولكنهم كانوا بحاجة إلى مساعدة في استعادة البيانات وتنظيمها، وكذلك الحصول على إذن من الطلاب للقيام بذلك."

إنّ البيانات العلمية تُفْقَد حاليًّا بمعدل سريع. فعلى سبيل المثال.. وجدت إحدى الدراسات أن 20% فقط من بيانات الأوراق البحثية في مجال البيئة، التي نشرت في أوائل التسعينيات لا تزال متوفرة حاليًّا (T. H. Vines *et al*. *Curr. Biol*. **6**, 94–97; 2014). ويقول المؤلف المشارك تيم فاينز، الذي يدير الآن خدمة مراجعة أقران، تُدعى Axios Review في فانكوفر، كندا، إنّ أفضل وسيلة للعلماء للحفاظ على البيانات الخاصة بهم من أجل الأجيال المقبلة هي أن يقوموا بتحميلها على أرشيفٍ تحافِظ عليه مكتبة، أو ضمن أحد مستودعات البيانات المفتوحة على الإنترنت، مثل: Dryad، أو Figshare.

يقول فاينز: "إنّ وَضْعها في أيدي مؤسسة تلتزم بالحفاظ عليها أفضل بكثير من وَضْعها على الرفّ". ■

تصحيح

وَرَدَ في موضوع "أجواء حافلة بالتغيرات" ـ المنشور بقسم "مهن علمية"، في عدد يونيو الماضي (*Nature* **532**, 403–404; 2016) ـ أن عالِم البيئة المتخصِّص في تغيُّر المناخ جورج ديفوكي يعمل في جامعة ألاسكا فيربانكس، والصحيح أنه يعمل حاليًّا مديرًا لمنظمة أصدقاء جزيرة كوبر "FCI" في ألاسكا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مهن علمية

حديث المهن حوار مع بِن ثيد حول الأمور اللازمة لطرح التقنيات في السوق العلمي **ص. 62**

أحداث نيتشر لمتابعة أهم الفاعليات العلمية، والندوات، والمؤتمرات، والورش: **arabicedition.nature.com/events**

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **arabicedition.nature.com/jobs**



CHRIS RYAN/GETTY

قد يكون من الضروري لحاملي شهادة الدكتوراة، الراغبين في تجاوز حدود المختبر، أنْ يحصلوا على شهادة ماجستير إدارة الأعمال أيضًا.

تعليم

شهادات النجاح

يمكن أن تتيح شهادة ماجستير إدارة الأعمال «MBA» فرصًا للترقي لمراتب أعلى داخل شركة ما. وهناك شركات عديدة على استعداد لتحمُّل مصاريف الحصول عليها.

كريس وولستون

إن الخريجين الحاصلين على شهادة الدكتوراة في علوم الحياة، الذين يرغبون في ترك الكادر الأكاديمي، غالبًا ما يجدون فرصًا وظيفية مجزية داخل مختبرات التقنية الحيوية وشركات الأدوية، لكن بعضهم يرى أن المختبَر ليس كافيًا لتلبية طموحهم. والباحثون الذين يسعون إلى مراتب وظيفية أعلى داخل الشركة يختارون غالبًا إضافة ثلاثة أحرف إلى سِيَرِهم الذاتية، هي: MBA، التي تعني (ماجستير إدارة الأعمال).

قد يبدو استثمار الوقت والمال في الحصول على شهادة أخرى أمرًا غير جذاب للكثيرين ممن يحملون شهادة الدكتوراة، لكنْ هذا هو واقع سوق العمل التنافسي إذ يتعين عليك أحيانًا تجاوُز التدريب التقليدي؛ للفوز بالوظيفة.. فشهادة ماجستير إدارة الأعمال تتيح فرصًا وظيفية للباحثين في قطاع التقنية الحيوية، أو تطوير الصناعات الدوائية، وتساعدهم على التميز بين أقرانهم. ويوجه أولئك الذين يُقْدِمون على اتخاذ هذه الخطوة الجريئة عددًا من التساؤلات الأساسية: كيف ومتى يحصلون على شهادة ماجستير إدارة الأعمال (انظر: «متى تقرِّر الحصول على شهادة ماجستير إدارة الأعمال»)، وأين يمكن البدء من هناك. يقول الكثيرون ممن اجتازوا هذا المسار إنّ المراتب العليا التي وصلوا إليها في حياتهم المهنية كانت بمثابة تعويض عن الجهد الإضافي الذي بذلوه في سبيل الحصول على هذه الشهادة.

وفي قطاع الصناعة، تساعد شهادة ماجستير إدارة الأعمال الباحثين على الارتقاء إلى مرتبة أعلى؛ وكَسْب المزيد من الأموال. لقد أمضت جين روديس ـ التي تتولى حاليًّا منصب مديرة مبادرات التقنية العالية الجديدة في «بيوجين»، وهي إحدى شركات التقنية الحيوية في كمبريدج بولاية ماساتشوستس ـ 10 سنوات تعمل على تطوير أدوية لعلاج الاضطرابات العصبية، مثل داء بَاركنسون (الشَّلَل الرَّعَّاش)، وداء ألزهايمَر. شعرت روديس بأنها مقيَّدة داخل المختبر، لكنها أدركت أنها لا تمتلك المهارات التجارية، ولا مهارات الأعمال اللازمة للترقي لمراتب أعلى في السلم الوظيفي داخل الشركة. تقول روديس: «لقد اجتزتُ نظامًا تعليميًّا بريطانيًّا، يتسم بالتركيز على مواد بعينها، وأردتُ أن أتعلم المزيد عن الجانب التجاري لقطاع التقنية الحيوية».

وفي مسعاها لسد تلك الفجوة، انخرطت روديس في برنامج لمدة عامين في كلية بابسن في ويليسلي بولاية ماساتشوستس؛ للحصول على شهادة ماجستير إدارة الأعمال. وهذا البرنامج ـ المُعَدّ خصيصًا للمهنيين في منتصف حياتهم المهنية، وكان يستغرق 30 ساعة أسبوعيًّا ـ هو بمثابة التزام كبير، قطعته الباحثة على نفسها، رغم انشغالها بوظيفة ذات دوام كامل، وبعائلة تعتني بها. وكان على الباحثة تَحَمُّل تكلفة البرنامج، البالغة حوالي 75 ألف دولار أمريكي، لكن شركة «بيوجين» دفعت الجزء الأكبر من فاتورة الرسوم الدراسية للبرنامج، وتلك علامة على تقدير الشركة للشهادة العلمية، وللحاصلين عليها.

استفادت روديس من شهادة ماجستير إدارة الأعمال في الحصول على وظيفتها في شركة «بيوجين»، حيث تتولى مهمة الإشراف على المبادرات الجديدة للشركة، وهو منصب لم يكن في استطاعتها الوصول إليه، دون الحصول على تدريب إضافي في الجانب التجاري من العلوم. وتقول روديس: «يمكنني الآن الانتقال إلى مناصب متعددة مختلفة داخل الشركة، فالجَمْع بين شهادتي الدكتوراة، وماجستير إدارة الأعمال له قيمة كبيرة». وتستمتع روديس حاليًّا بالتفكير خارج حدود البحث العلمي، وهذه إحدى الفوائد التي جَنَتْها من إحياء حياتها المهنية، فهي تقول: «بدون ماجستير إدارة الأعمال، لا أدري ما إذا كان راتبي سيقترب في قيمته مما هو عليه الآن، أم لا».

وقد تَمْنَح شهادةُ ماجستير إدارة الأعمال الباحثين في قطاع الصناعة الرؤى التي يحتاجونها لمساعدتهم على استعادة ازدهار أعمالهم التجارية.. فالباحثة أوريدا بوساديا تتمنى ـ وهي تسترجع ذكرياتها ـ لو أنها كانت تمتلك تلك الرؤية بجانب مهاراتها البحثية. فقد كانت واحدة من الأشخاص القلائل في العالَم الذين يعلمون كيفية إنتاج نوع معين من الفئران المعدَّلة وراثيًّا، بفضل شهادة الدكتوراة التي تحملها، وكذلك التدريب الذي حصلت عليه خلال مرحلة ما بعد الدكتوراة في فرنسا وألمانيا، لكنها لم تكن تعلم شيئًا عن كيفية تحويل تلك الفئران إلى أرباح، وكانت تلك مشكلة داخل شركة التقنية الحيوية الفرنسية ـ صغيرة الحجم ـ التي انضمت إليها الباحثة عقب مرحلة ما بعد الدكتوراة. تقول الباحثة: «لقد حصلنا على نتائج جيدة جدًّا، لكننا واجهنا مشكلات في المبيعات». وتوقفت الشركة عن العمل في غضون عام؛ وهو ما اضطر بوساديا للإسراع في التفكير في خطوتها التالية. تقول بوساديا: «لقد أردتُ مواصلة العمل في قطاع التقنية الحيوية، لكنْ كان عليَّ تطوير مهاراتي الإدارية، إذ إنني أَعْلَمُ كيف أصمِّم مشروعًا بحثيًّا، لكنني لا أعلم كيف أنشئ شركة».

وقد أَحْيَت بوساديا حياتها المهنية عبر الانضمام إلى برنامج ماجستير إدارة الأعمال في المعهد الفرنسي للإدارة في مدينة نانت بفرنسا. وركَّز البرنامج ـ شأنه كشأن برامج ماجستير إدارة الأعمال الأخرى ـ على الجوانب العملية للأعمال التجارية، مثل: تطوير المنتجات، وتحليل السوق، والتسعير، وعائدات الاستثمار، وذلك عن طريق الاعتماد على أمثلة حياتية واقعية، كأدوات تعليمية. وعقب امتلاك الباحثة للشهادة، تمكَّنَتْ سريعًا من الحصول على وظيفة في مجال إدارة إنتاج وبيع الفئران المعدَّلة وراثيًّا في أحد فروع ◄

التوقيت المثالي

متى تُقرِّر الحصول على شهادة ماجستير إدارة الأعمال؟

إن التوقيت المناسب عامل مهم جدًّا بالنسبة إلى صغار الباحثين الذين يفكرون في دعم مستقبلهم المهني بالحصول على شهادة ماجستير إدارة الأعمال. وعلى الرغم من أنك لا تحتاج إلى امتلاك شهادة الدكتوراة للالتحاق ببرامج ماجستير إدارة الأعمال، وجد علماء كثيرون أنه من الأفضل إنهاء تدريبهم البحثي أولًا. تقول جين روديس، مديرة المبادرات الجديدة في شركة «بيوجين» المتخصصة في التقنية الحيوية في كمبريدج بولاية ماساتشوستس الأمريكية: «إن الحصول على الدكتوراة يسهِّل القبول في برامج ماجستير إدارة الأعمال، وإنّ غير الحاصلين على الدكتوراة، الذين يحصلون على ماجستير إدارة الأعمال كانوا أقل نجاحًا».

وتؤكد لينّه جيليس ـ مديرة قسم القبول بكلية كارلسون للإدارة في جامعة مينيسوتا في مينيابوليس بولاية مينيسوتا الأمريكية ـ أن المتقدمين إلى برنامج ماجستير إدارة الأعمال في الكلية، الحاصلين بالفعل على شهادة الدكتوراة، يمتلكون فرصًا أكبر للقبول بالبرنامج، حيث تقول إن: «قبول مزيد من العلماء الحاصلين على الدكتوراة للدراسة بالكلية هو أولوية بالنسبة لنا». كما توضح «أن الطلاب ذوي الخلفية البحثية يمتلكون هذا المكون التحليلي، الذي يسمح لهم بالعمل بسرعة واقتدار».

وتقول روديس إن حَمَلَة الدكتوراة الذين يرغبون في الحصول على ماجستير إدارة الأعمال ينبغي أن يحصلوا على بعض الخبرة في مجال الصناعة أولًا، ولا أوصي بالقيام بذلك مباشرة بعد الانتهاء من مرحلة ما بعد الدكتوراة الأكاديمية، بل عليكم الانخراط في بعض بيئات الأعمال التجارية».

ومثلما كان الحال بالنسبة لها، قد يتمكن العلماء الذين يعملون بالفعل في قطاع الصناعة من الحصول على موافقة أرباب أعمالهم؛ لدفع الرسوم الدراسية للبرنامج بالكامل، أو حتى بعضها.

مختبرات «تشارلز ريفر» بمدينة ليون الفرنسية. وبعد بقائها في هذه الوظيفة لخمس سنوات، أصبحت الباحثة الآن الرئيس الأوروبي لتطوير الأعمال والاستراتيجيات في شركة «إيبيفاكس»، وهي إحدى شركات التقنية الحيوية في مدينة ليون. وهي سعيدة الآن بمسار حياتها المهنية، وتقول: «كنت أستمتع بالبحث العلمي، لكن ذلك لم يكن كافيًا، وأردتُ أن أكون صانعة قرار».

آفاق جديدة

يَعتقِد الكثيرون ممن يتسلحون بشهادة ماجستير إدارة الأعمال أنّ بإمكانهم مغادرة المختبَر، بدون ترك العِلْم. فقد كان كايل راسباتش ـ الباحث في مرحلة ما بعد الدكتوراة ـ يدرس فرص العلاج الممكنة لضمور العضلات في معهد دانا- فاربر لعلاج السرطان في مدينة بوسطن بولاية ماساتشوستس الأمريكية، لكنه بفضل حصوله على شهادة ماجستير إدارة الأعمال ـ بجانب شهادة الدكتوراة ـ تلقَّى عرضًا وظيفيًّا عقب انتهاء مرحلة ما بعد الدكتوراة؛ لتَوَلِّي وظيفة لدراسة فرص الاستثمار في شركة «تي. روي برايس» لإدارة الاستثمارات بمدينة بالتيمور في ولاية ميريلاند الأمريكية.

> **«كنتُ أستمتع بالبحث العلمي، لكنّ ذلك لم يكن كافيًا، فقد أردتُ أن أكون صانعة قرار».**

وينطوي الكثير من اختصاص الباحث راسباتش على تقييم البحوث التي تُجرى في شركات الأدوية؛ بداية من الشركات العملاقة، حتى الشركات الصغيرة الناشئة. وتساعده خلفيته المختبرية في اكتشاف الأدوية الرائجة خلال عملية التصنيع، حيث يقول: «إن 60 ـ 70% من عملي قائم على العِلْم، ولا يمكنك أداء هذه الوظيفة، أو أن تكون بارعًا فيها، دون امتلاكك شهادة الدكتوراة، أو الماجستير».

وهذا ينطبق أيضًا على موريتز فيشر ـ مدير التسويق الدولي بشركة «فريزينيوس للرعاية الطبية» بمدينة هيسن في ألمانيا ـ الذي أدرك بعد حصوله على شهادة الطب من جامعة «لودفيج ماكسيميليان» في ميونيخ بألمانيا أنه لا يريد أن يصبح طبيبًا. وقد حصل على وظيفة في شركة «فريزينيوس» كمدير تسويق ذي رتبة أدنى، لكنه سرعان ما أدرك أنه يمكن أن يذهب إلى أبعد من ذلك بكثير، إذا ما امتلك المهارات التجارية المتقدمة؛ ولذلك.. سعى للحصول على شهادة ماجستير إدارة الأعمال من جامعة «دانوب كريميس» في النمسا. وتكفَّلت الشركة بدفع الرسوم الدراسية له، التي قُدِّر أنها كانت ستكلِّفه ما لا يقل عن 20 ألف يورو (22,500 دولار أمريكي). وكان ذلك استثمارًا معقولًا للشركة، كما يقول، لأنه أدَرَّ عليهم الأموال، فهو يقول: «لقد تمكَّنوا من الاستفادة من تدريبي».

لقد لفتت قصص نجاح الباحثين الحاصلين على شهادة ماجستير إدارة الأعمال في قطاع التقنية الحيوية وتطوير الصناعات الدوائية انتباه الباحثين الذين هم في مقتبل حياتهم المهنية، والذين لا يزالون يخططون لمستقبلهم المهني. يقول جيفري زارانكا ـ الباحث بمرحلة ما بعد الدكتوراة في مستشفى «كليفلاند كلينك» بولاية أوهايو الأمريكية ـ إنه قد يفكر في العمل في إحدى شركات التقنية الحيوية، وربما في شركة متخصصة في تصنيع الأجهزة القابلة للزرع في الجسم؛ لعلاج الاضطرابات العصبية. ويضيف زارانكا قائلًا: «يمكن أن أعمل كوسيط بين الجانبين.. البحثي، والتجاري». ورغم ذلك.. لا يزال عليه أن يقيِّم إيجابيات وسلبيات الحصول على شهادات أخرى، لكنه يعتقد أنه يمكن أن يجلب قيمة كبيرة للشركة التي سيعمل بها، فهو يرى أن «مَن يملكون خلفية بحثية يتحلَّون بالكثير من المثابرة، ويكونون مستعدين جيدًا للعمل».

وإذا ما قرّر السَّيْر في طريق الحصول على شهادة ماجستير إدارة الأعمال، فلن يكون وحده، لكنْ في الوقت الراهن، لا يزال الحصول على شهادتي الدكتوراة وماجستير إدارة الأعمال مزيجًا نادرًا نسبيًّا. وهذا العامل وحدة يكفي لأنْ يساعد الشخص على الوقوف والمضيّ قدمًا في حياته المهنية. إنها مسألة شهادة علمية. ■

كريس وولستون كاتب حُرّ، يعيش في بيلينجز بولاية مونتانا الأمريكية.

حديث المهن

مُفاوِضٌ بشأن الخلايا



اكتشف بِن ثيد ـ مسؤول تطوير الأعمال في شركة «ستِم سِل تكنولوجيز» في فانكوفر بكندا، وطالِب دراسات عليا في علم الأعصاب ـ طريقة لجعل الخلايا الجذعية تكتسب الخصائص المميزة للأذن الداخلية. ويعمل الآن على حقوق الملكية الفكرية، وغيرها من الأمور اللازمة لطرح التقنيات في السوق العلمي.

متى كانت المرة الأولى التي فكرتَ فيها في وظائف بعيدة عن طاولة المختبر؟

كانت قبل تخرُّجي في جامعة فرجينيا في شارلوتسفيل، بعد إنهاء برنامج الدكتوراة بحوالي عامين؛ حيث تزوجتُ، وبدأتُ أضع خططًا طويلة الأمد لمساري المهني. وقَبْل تلك الفترة، كانت العلوم بالنسبة لي مجرد تسلية.

ما الذي قادك إلى مسارك المهني الحالي؟

يرجع الفضل في ذلك إلى زميلة دراسة، كانت تسبقني بعام، وكانت تستعد للحصول على درجة الدكتوراة. وكانت قد تعرَّفَتْ على مسارات مهنية أخرى، من خلال برنامج تدريبي اجتازته في مجال تراخيص الجامعة ومجموعات الشركات، حيث عملت على نقل التقنيات، وساعدت في استصدار الرخص. قمتُ بإجراء بعض المقابلات على النهج ذاته، وحصلتُ على فرصة تدريبية، من خلال التحدث إلى شخص كان يساعدني في دعوى قضائية. كان الرجل هو حَمَا أحد مديري التراخيص في مؤسسة براءات الاختراعات التابعة للجامعة. أرسلتُ رسالة إلكترونية إلى المدير؛ فقام بإلحاقي بالبرنامج.

صِفْ لنا كيف كان تدريبك، مقارنةً بالعمل في المختبر.

عندما تكون طالب دراسات عليا، فإنك تفكر بمنظور ضيق لحل مشكلة واحدة. لقد كان منحَى تعلُّمي لنقل التقنية أعلى مما كان عليه في المختبر، وكان عليَّ أن أستوعب بسرعة الأمور المهمة الخاصة بتقنية ما، مثل: موقعها في المجال، وانسجامها معه، وقيمتها النسبية. لقد استمتعتُ حقًّا بكَوْني قريبًا من العلوم المتعلقة بإفادة الناس بصورة مباشرة.

ما الذي تفعله الآن؟

إنني مستمر في البحث عن التقنيات، وتقييمها؛ لمعرفة ما إذا كانت ناجحة، أم غير ذلك، ومعرفة ما حصل منها بالفعل على براءات اختراع. وبعد التفاوض بشأن تراخيص جَلْب إحدى التقنيات، مِن الممكن ـ خلال ستة أشهر، أو عام ـ أن أراها مستخدَمةً في منتَج ما، يستطيع الباحثون شراءه واستخدامه في مختبراتهم. ■

أجرت المقابلة مونيا بيكر

تم تحرير هذه المقابلة بغرض الاختصار والتوضيح.

للمزيد.. انظر: go.nature.com/xdttdg.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المرحلة التجريبية مِن «مشروع الأرض» تتم بنجاح

استعِدُّوا لتجربة جديدة تمامًا!

جيه. دبليو. ألْدِن

الداعِمون الأعزّاء..

انتهى أخيرًا اختبار الإصدار «بيتا» من «مشروع الأرض». نشكركم شكرًا جزيلًا على صبركم وكرمكم أثناء حملة جمع التبرعات، لكنْ قبل أن نقدِّم لكم إصدارنا الرسمي الأول *Earth 1.0*، هناك بعض الأشياء التي يجب أن تعرفوها.

أولًا، الأخبار السيئة: سيؤدي هذا التحديث إلى مسح البيانات المخزَّنة على الخادم. نعم، نعلم أنكم أنفقتم وقتًا ومجهودًا كبيرين في «حياتكم» على الأرض، ومِن المحبِط أن تخسروا التقدم الذي أحرزتموه، ولسوء الحظ.. ليس في الإمكان فِعْل شيء حيال الأمر. لقد حاولنا نقل «الأفاتارات» الخاصة بكم إلى النسخة الجديدة، لكنها لم تتوافق مع نظامنا الجديد الخاص بابتكار الشخصيات (وهناك مزيد من التفاصيل بهذا الشأن لاحقًا). وعلى سبيل الإرضاء.. نعكف حاليًّا على تزويد اللعبة بحدث مثير من أحداث «نهاية العالم»، سيحبس أنفاسكم.

وإليكم بعض التغييرات الكبيرة المنتظَرة في التحديث الجديد:

جديد: نظام الإبلاغ عن المخالفات. في أي لعبة متعدِّدة اللاعبين، يوجد أشخاص مفسدون ومزعجون. ولسوء الحظ، فإن طبيعة لعبة «الأرض» وقواعدها تجعل من الصعب للغاية معرفة متى يكون لاعبٌ ما «سيئ الخلق» عن قصد، لكننا صَمَّمنا نظامًا جديدًا؛ يسمح للمستخدِم بالإبلاغ عن «أفاتار» بعينه؛ بغرض إخضاعه للمراجعة. يتلقى فريق من المراقبين البلاغ، ويتحققون من سلوك اللاعب، مُتَحَرِّين أيّ بوادر تنم عن تَعَمُّده إثارة المشكلات. رجاءً.. لا تسيئوا استخدام هذه الخاصية! ولا تُبْلِغُوا عن «أفاتار»، إلا إذا أَظْهَرَ عَدَاءً غير مبرَّر، وليس نتاج تطوُّر «إنساني» طبيعي.

جديد: مسارات مهنية متقدمة. سيُتاح لعموم اللاعبين عدد محدود من المناصب القيادية في مجالَي السياسة، والأعمال. كانت البِنَى السابقة لا تسمح إلا للأعضاء الذين يتمتعون بامتيازات المراقبين بتَوَلِّي مناصب قيادية معينة داخل اللعبة؛ مما سمح لنا بتنظيم «عملية التَّحَضُّر» على النحو الذي رأيناه مناسبًا. لقد استمعنا إلى ملاحظاتكم بخصوص هذه السياسة، ويسعدنا أن نتيح هذا الخيار من خيارات اللعبة للاعبين كافة. كما نأمل أيضًا أن تتصدى هذه الخطوة لـ«نظرية المؤامرة» التي تَفَشَّت في البِنَى السابقة.

جديد: استكشاف الفضاء. عَلَت أصوات كثيرين منكم بالنقد، عندما قَلَّصْنا سباق الفضاء أثناء فعالية «الحرب الباردة» داخل اللعبة. لقد كنا في ذلك الحين نخشى أن تتجاوز قاعدةُ اللاعبين في هذا المضمار قدراتنا الفعلية، ولذا.. عُدْنا إلى التركيز على الأرض ذاتها. ومنذ ذلك الحين، عملنا جاهدين على تطوير خوارزمية جديدة للكون، ونحن الآن جاهزون لتشغيلها. ونأمل أن تعيد هذه الخطوة تنشيط الكثير من المسارات المهنية، بما في ذلك مسار «ريادة الفضاء». وهناك شيء آخر.. لا تحسبوا أننا لم نستمع إلى شكاواكم بخصوص حاجز سرعة الضوء، لكن هذه الأمور تستغرق وقتًا.

مثبت: عدم التوازن بين الشخصيات. لقد غضضنا الطرف عن هذا الأمر لبعض الوقت، لأننا نعلم أن أي تعديل سيثير جدلًا، أيًّا كانت المقاربة التي نستخدمها في ذلك التعديل، لكنْ بعد نِقاشات طويلة، أجرينا عملية تعديل شاملة لوحدة ابتكار الشخصيات. ونملك الآن خوارزمية فريدة؛ تحدِّد السمات الفطرية لشخصيتك، مثل النوع الاجتماعي، والعِرْق، والتوجُّه الجنسي. ستكون أي سمة «يولد» بها «الأفاتار» الخاص بك بمنأى عن أيدي العابثين.. مِن لاعبين، أو مراقِبين. نعلم أن هذا قد يزعج بعضكم ممن يرون أن هذه السمات مسألة اختيار من جانب اللاعب، لكننا نؤمن بأن هذا النهج أكثر واقعية، وبأن التنوع سيحسِّن تجربتنا على الأرض، لا أكثر. ولا ننسى أن الهيمنة غير المبرَّرة لنموذج «الذكر الأبيض المستقيم» لطالما أحدثت أعطالًا في النظام.

مثبت: الأحلام. أخيرًا، قمنا بإزالة أسباب ظاهرة «الحلم» التي تنتاب «الأفاتار» فيها ومضاتٌ من العالَم الحقيقي للاعب حينما يكون خارج اللعبة. رأى بعض أفراد الفريق أن علينا استغلال هذا الخطأ وتعزيزه، لِمَا لُوحِظ من تأثير الأحلام على الفن والثقافة في الإصدار التجريبي *Earth 0.91*، لكننا في النهاية لسنا مطمئنين تمامًا لمستوى المخاطرة. وعلى الرغم من أن الخطر غير محقَّق، إلا أن أيّ خلل في الأحلام قد يؤدي إلى إدراك «الأفاتارات» أن «حياتها» مجرد لعبة محاكاة. لسنا على يقين تام بما قد يَنْتُج عن هذا الإدراك، لكننا نسعى إلى منع أي ظهور لمجموعات المقاومة السرية التي تعمل على فضح عملنا؛ ولذا.. قررنا إزالة الأحلام.

مثبت: تسريبات التاريخ. جَرَت نقاشات متعددة حول ظاهرة «تسريبات التاريخ»، التي تبدو فيها مختلف الخرافات والأساطير والحكايات الدينية انعكاسًا للبِنَى السابقة من المشروع. وعلى سبيل المثال.. أتت الآلهة الإغريقية مشابهة لـ«أفاتارات» المستخدمين الخارقين، التي استخدمها فريقُ التطوير في النسخة التجريبية «ألفا»، كما يوجد تشابه كبير بين كثير من خرافات الطوفان، وبين أحداث «نهاية العالم» في البنية الأوَّلِيّة التي صممناها. وقد اكتشفنا ـ أثناء عملنا على خطأ الأحلام البرمجي ـ صلةً بالغة الأهمية بين هاتين الظاهرتين؛ مما ساعدنا على تدارك المشكلة. وعليه؛ يؤسفنا أن نخبرك بأن «الأفاتار» القديم الخاص بك لن يُقَدَّس في الإصدار *Earth 1.0*.

وبما أنه سيكون إصدارنا الرسمي الأول، فإننا نتوقع تدفقًا كبيرًا من لاعبين جدد. لذا.. خصصنا قسمًا خاصًّا في ساحات النِّقاش لمَن يشاركون للمرة الأولى. مِن فضلكم.. يُرجى الاهتمام بزيارة هذا القسم، وتقديم النصح للمستجدين. تذكَّروا كم كانت رحلتكم الأولى إلى «الأرض» تجربة مربكة، وخصوصًا إذا كنتم قد قمتم بتنزيل الإضافة الخاصة بـ»مرحلة الطفولة»، وتنصيبها.

ومِن المخطَّط له أن تبدأ أحداث «نهاية العالم» الجديدة في 21 ديسمبر. ونتوقع نشأة جماعة أو اثنتين من جماعات «نهاية الكون» قبل ذلك الحين؛ حيث إن بعضكم سيبلِّغ ـ في الأحلام، ودون وعي منه ـ «الأفاتارات» الخاصة به بهذا التاريخ. لذا.. نحيط تفاصيل أحداث النهاية بالسِّرِّيَّة، لحين حلول موعدها. لذا.. كونوا مطمئنين، فقد خرجنا بشيء مثير ومختلف هذه المرة، فلا مزيد من الفيضانات، ولا الأوبئة، ولا البراكين الهائلة. سنعطيكم مَلْمَحًا واحدًا: راقبوا السماء.

وأخيرًا، وبالإنابة عن الجميع هنا في «بلو ماربل»، نود أن نشكر داعمينا ومجرِّبي الإصدار «بيتا»، فَلَم يكن عالمنا الصغير ليقطع هذا الشوط البعيد من دونكم، ونأمل أن تكونوا جميعًا سكانًا دائمين. وليست *Earth 1.0* إلا البداية..!

إي. دي. آمون

مدير التطوير، مشروع الأرض

بلو ماربل جيمز، إحدى الشركات التابعة لشركة «أوجدود إنترتينمنت». ■

جيه. دبليو. ألْدِن أحد خريجي ورشة «الأوديسا» للكتابة، والفائز بالمركز الأول في مسابقة «كُتّاب المستقبَل» Writers of the Future، وهو يعيش في فلوريدا مع زوجته أليسون. يمكنكم متابعته على الموقع: www.AuthorAlden.com.

ILLUSTRATION BY JACEY

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

استثمار البحث في الصناعة



www.kacst.edu.sa